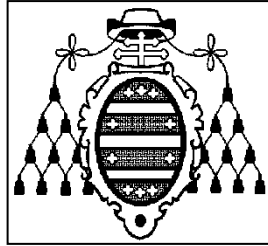


UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis del tiempo de inactividad para la
gestión energética de flotas de PCs**

DOCUMENTO N° I

MEMORIA

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Índice

1	Introducción	4
1.1	Organización de la documentación.....	5
2	Objetivos y Alcance.....	7
2.1	Objetivos.....	7
2.2	Alcance	8
3	Algoritmo de Aprendizaje Automático.....	9
4	Análisis Gráfico	10
4.1	Representación Periodos de Inactividad	11
4.2	Representación del Ahorro	14
4.3	Métricas Satisfacción Usuarios.....	15
4.3.1	Mejor Métrica Satisfacción Usuarios	15
4.4	Aplicación Web Lectura Base de datos	17
4.5	Aplicación Lectura de Fichero.....	21
4.6	Resultados	22
4.7	Conclusión	23
5	Análisis de costes.....	24
5.1	Introducción	24
5.2	Fases de Pruebas	26
5.2.1	Fase 1: Registro de coste energético actual	26
5.2.2	Fase 2: Política de Suspensión.....	26
5.2.2.1	Previsión	26
5.2.2.2	Realidad	27
5.3	Resultados Costes	28
5.4	Conclusión	30
6	Conclusiones Generales.....	31

Lista de Figuras

FIGURA 1: LONGITUD DE PERIODOS DE INACTIVIDAD CON IDLE TIMER	12
FIGURA 2: GRÁFICA P(X) DE PONDERACIÓN DE LA INSATISFACCIÓN	16
FIGURA 3: PANTALLA PRINCIPAL PARA EL ANÁLISIS GRÁFICO A PARTIR DE UNA BASE DE DATOS.....	17
FIGURA 4: ELECCIÓN DE LA MUESTRA	18
FIGURA 5: INTERVALO DE ESTUDIO.....	18
FIGURA 6: PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN.....	19
FIGURA 7: OPCIONES PRECISIÓN IDLE TIMER.....	19
FIGURA 8: PANTALLA PRINCIPAL FICHERO.....	21
FIGURA 9: COMPARATIVA RESULTADOS MÉTRICAS Y AHORRO	22
FIGURA 10: PANTALLA PRINCIPAL COSTES	25
FIGURA 11: COSTES	28

Lista de Ecuaciones

ECUACIÓN 1: PORCENTAJE DE AHORRO.....	14
ECUACIÓN 2: FÓRMULA P(X).....	16
ECUACIÓN 3: SATISFACCIÓN USUARIOS CON PONDERACIÓN 2.....	16

1 Introducción

Este proyecto consiste en realizar un trabajo de investigación que tiene como objetivo final definir de la forma más exacta posible el concepto de inactividad asociada a un computador y estudiar el ahorro que una organización puede obtener si suspende los PCs de su flota cuando están inactivos.

La necesidad de la definición y estudio de la inactividad de un computador surge de la exigencia por parte de una aplicación que se está desarrollando en estos momentos en la empresa de Seresco, cuya idea surgió de un proyecto fin de carrera desarrollado en la Universidad de Oviedo.

Dicho proyecto consistió en desarrollar un prototipo de un sistema de gestión energética centralizado de un parque de PCs. El objetivo era conseguir un sistema que permitiera obtener información del uso de un conjunto de PCs dentro de una empresa y que permitiera apagarlos y encenderlos desde un servicio central con el objetivo de ahorrar energía cuando los PCs no están siendo utilizados. A este software se le denominó PC Fleet Power Management y consta de estos elementos principales:

- Unos agentes que se instalan en cada PC a gestionar. Estos agentes se encargan de tomar mediciones de utilización. En concreto, muestrean periódicamente la utilización de CPU, disco y red, además de obtener también el instante temporal en el que el usuario utilizó por última vez el ratón o el teclado.
- Un gestor central que recibe los datos de los agentes y los almacena en una base de datos. Además, este recolector puede enviar órdenes de apagado y encendido a los agentes.
- Una consola web que permite visualizar los datos de los PCs gestionados y permite enviarles órdenes a través del gestor central.

Una vez que este software fue instalado en un parque de PCs en un entorno real como es la organización de Seresco, se obtuvieron una serie de datos que indicaban que el ahorro económico podría ser muy significativo con la aplicación de determinadas políticas de ahorro energético. Es en este punto es donde surge la necesidad de la definición del estado de inactividad en un PC determinado.

Tras un estudio de la literatura actual se ha observado que las aplicaciones que existen actualmente sobre la temática tratada cargan la definición de este concepto al propio usuario o administrador de Tecnologías de la Información donde la aplicación vaya a ser utilizada, lo que supondrá un esfuerzo extra para el mismo, sin por supuesto tener ninguna garantía de que su definición de inactividad se ajuste a la realidad del parque de PCs que se desea controlar. Esto puede suponer un gran problema, ya que las políticas energéticas que aplicará la aplicación se basan principalmente en el valor de este parámetro (a partir de este momento nos referiremos a este valor como idle timer), lo que puede llegar a ocasionar grandes pérdidas de ahorro energético y por lo tanto de costes para la empresa.

La definición de este concepto no es una tarea trivial ya que puede enfocarse desde distintos aspectos:

- Un porcentaje de utilización de disco por debajo de un determinado tanto por ciento.
- Un porcentaje de utilización de RAM por debajo de un determinado tanto por ciento.
- Un porcentaje de utilización de CPU por debajo de un determinado tanto por ciento.
- Un tiempo determinado sin captura de eventos por parte del PC.
- ...

En definitiva, existen muchas opciones posibles para definir qué es inactividad.

Una vez observada dicha situación se comprueba la necesidad de realizar una labor de investigación lo más detallada posible sobre el valor a partir del cual se puede determinar que un ordenador está inactivo.

Además, resultará de interés llevar a cabo un análisis práctico de cómo aplicando políticas energéticas basadas en la definición de inactividad propuesta impacta en el ahorro energético y en los costes de la organización.

1.1 Organización de la documentación

De forma que al lector le sea mucho más cómoda la lectura de esta documentación se procede a explicar los documentos contenidos dentro de ella así como mencionar básicamente su contenido:

Documento 1:

- Memoria: Contiene un resumen general de todas las tareas realizadas dentro del proyecto. Servirá al lector para tener una visión no demasiado detallada de cuáles son las motivaciones para la consecución de este proyecto así como el trabajo realizado y las conclusiones extraídas.

Documento 2:

- Método de trabajo, planificación y presupuesto: Este documento contiene todos los aspectos relacionados con la planificación seguida para la realización de este trabajo, también se incluirá el presupuesto asociado que conlleva su consecución.

Documento 3:

- Recopilación de Antecedentes: Resume la situación actual de las aplicaciones comerciales relaciones con la temática de la eficiencia energética.

Documento 4:

- Estudio de la Inactividad mediante algoritmo de aprendizaje automático: Se explicará el razonamiento llevado a cabo para la construcción de esta primera solución, que

como el nombre del capítulo indica está relacionada con la elaboración de un algoritmo de aprendizaje que ayude a determinar el valor deseado.

Documento 5:

- Estudio de la inactividad mediante análisis gráfico: Tarea fundamental dentro de este proyecto, donde se explica detalladamente todo el proceso seguido para la construcción y diseño de los prototipos que ayudaron a resolver el problema final.

Documento 6:

- Análisis de los costes de la inactividad: En este documento se explica uno de los objetivos finales de este proyecto que era determinar el coste que se puede ahorrar con el uso de esta aplicación. Es una de las partes más interesantes de toda la documentación

Documento 7:

- Bibliografía: Referencias utilizadas durante la construcción del proyecto.

Como referencia al código producido para la implementación de los prototipos se añade una referencia final a dicho código como punto de visión para las personas interesadas:

- Código Prototipos: Código generado de la implementación de los prototipos construidos.

Contenido del CD:

- Carpeta Documentación: Contendrá todos los documentos comentados anteriormente y que componen este trabajo fin de máster
- Carpeta Código: Contendrá el documento con la totalidad de código generado para la construcción de los 3 módulos necesarios para el análisis realizado en este trabajo fin de máster.

2 Objetivos y Alcance

2.1 Objetivos

El principal objetivo que se persigue con la realización de este trabajo de investigación en el entorno de la temática del ahorro energético es el siguiente:

- Ofrecer al usuario de la aplicación final de PC Fleet Power Management, una aplicación que le pueda servir para establecer de manera personal para su propia organización o entorno de trabajo, un valor óptimo para el parámetro clave en cualquier política de ahorro energético, que no es otro que el idle timer, o valor a partir del cual se ha de realizar cualquier política d ahorro establecida por cada organización.
- Ofrecer de la misma forma un estudio de los costes actualizado diariamente del gasto producido por la flota de PCs asociada a la aplicación, así como del ahorro producido por la aplicación de cada una de las políticas de ahorro energéticas establecidas en cada momento y el máximo ahorro posible.

Dentro de estos objetivos principales subyacen los siguientes sub-objetivos:

- Estudio y comprensión de todo el trabajo realizado hasta el momento de mi incorporación en la aplicación de PC Fleet Power Managament.
- Definir los conceptos fundamentales que permiten la obtención del parámetro del idle timer.
- Realizar una primera fase de pruebas en un entorno real que sirva como fuente de datos y experiencia para la toma de decisiones con respecto a la construcción de los prototipos.
- Desarrollo de diferentes métricas para valorar la satisfacción del usuario final de acuerdo con la política de ahorro energético aplicada en cada instante.
- Estudio de la posibilidad de la elaboración de un algoritmo de aprendizaje automático que determine el valor óptimo para el idle timer dentro de cada organización.
- Realizar un prototipo totalmente independiente de la aplicación PC Fleet Power Managament que permita realizar un mismo análisis del valor del idle timer a partir de información leída de un fichero externo.
- Integración de todos los prototipos desarrollados con la aplicación ya construida de PC Fleet Power Managament.
- Experimentar todos los problemas producidos al realizar todo el trabajo y puesta en marcha en un entorno real.

2.2 Alcance

El alcance de este proyecto puede observarse desde dos puntos de vista:

- El alcance temporal del mismo lo marca el tiempo de prácticas en la organización de Seresco, en concreto los meses de marzo, abril y mayo, más el tiempo necesario para completar pequeños detalles que permitan finalizar el proyecto satisfactoriamente.
- El alcance funcional del mismo versará sobre la construcción de las aplicaciones necesarias para el cumplimiento de los objetivos fijados anteriormente. La cantidad de datos que deben de soportar las aplicaciones de análisis construidas se reducen a los PC clientes alojados en la organización de Seresco.

3 Algoritmo de Aprendizaje Automático

El primer trabajo realizado consistió en la construcción de un dataset que permitiese la posterior ejecución de un algoritmo de aprendizaje automático, de forma que dicho algoritmo fuera capaz de aprender de las situaciones de actividad e inactividad presentadas en el conjunto de datos desarrollado pudiendo prevenir dichas situaciones en un futuro, obteniendo finalmente un valor que determinase a partir de qué cantidad de tiempo puede considerarse inactivo un PC.

El algoritmo de aprendizaje automático utilizado ha sido el J48 perteneciente a la clase *trees*. El resultado final suministrado por este algoritmo fue:

- El valor para idle timer fuera igual a 82 segundos.

Para dicho valor, el 94,24% de las instancias contenidas en el dataset, un total de 500 muestras recogidas in situ, fueron clasificadas de manera correcta.

Este valor sirvió para tener un primer punto de referencia, a pesar de que desde un principio se observó que otorgar un valor tan bajo para el idle timer ocasionaría una gran insatisfacción a los usuarios de la aplicación, que verían como a los 82 segundos de inactividad detectada se procedería a la acción determinada por la política de ahorro energética particular de cada organización.

4 Análisis Gráfico

Siguiendo con el problema de la definición del concepto de la inactividad, se orienta la obtención de dicha respuesta desde otro enfoque totalmente distinto al que se ha realizado en el apartado anterior.

Se plantea la obtención de dicho parámetro mediante un análisis gráfico y matemático sumamente detallado. Dicho análisis estará compuesto desde tres estudios diferenciados:

- Representación de los periodos de inactividad totales (idle periods).
- Representación simultánea de la satisfacción producida al usuario asociada al ahorro final producido en base al idle timer seleccionado.
- Misma representación anterior con un coeficiente de ponderación distinto.

Primeramente se realizó un análisis de los datos generando gráficas en Excel. Estas gráficas se utilizaron para validar las métricas propuestas y para realizar una comparación con el resultado obtenido mediante el algoritmo genético. Para ello se utilizaron las mismas muestras empleadas en el desarrollo del algoritmo genético. Finalmente, se decidió que sería necesario que el usuario de la aplicación de gestión de energía pudiese realizar este análisis gráfico utilizando los datos que tenga disponibles en cada momento. Para ello se realizan dos grandes divisiones en cuanto a la extracción de resultados se refiere:

- Por un lado se construirá una pequeña aplicación que sea capaz de extraer los datos suministrados en un fichero, típicamente con una extensión .csv, los analice y construya las gráficas que se han considerado más útiles, para ese determinado conjunto de datos. Esta herramienta resulta útil porque la aplicación PC Fleet Power Manager tiene varias versiones con modelos de bases de datos distintos, pero todas las versiones permiten generar ficheros CSV con el mismo formato.
- Para una versión final se deberá de unir y acoplar una aplicación web que sea capaz de extraer los datos recogidos en la base de datos de la aplicación, los analice y construya las gráficas con los datos actualizados hasta el mismo momento de la construcción de las mismas. Esto, puede ser de gran ayuda a la hora de la toma de decisiones en la organización donde se vaya a implantar la aplicación de ahorro energético por parte de los administradores de TI.

Ambas aplicaciones formarán parte de toda la aplicación web final y le ofrecerán al gobierno de TI encargado del manejo de dicha aplicación una visión general y minuciosa del ahorro producido en base a la elección de un idle timer determinado.

4.1 Representación Periodos de Inactividad

En el análisis de los periodos de inactividad de un PC o un grupo de PCs existen dos medidas sumamente importantes:

- Los instantes cuando suceden dichos periodos de inactividad.
- La duración de dichos periodos.

Los instantes cuando suceden estos periodos (localizados en el tiempo) son importantes, porque si los periodos están concentrados cerca de un instante específico (por ejemplo, al mediodía, a la hora de comer) es una indicación de que muchos trabajadores dejan sus PCs en un intervalo próximo a ese momento. Este hecho, puede ser usado para generar órdenes centralizadas de encendidos y apagados de PCs.

La duración de los periodos de inactividad es esencial para estimar el tiempo que el sistema de Power Managment debería de esperar para considerar la falta de eventos del usuario un estado de inactividad real. Una vez que dicho estado de inactividad ha sido detectado se podrá aplicar la política energética correspondiente. Este tiempo de espera puede ser usado por el idle timer del sistema operativo para aplicar sus propias políticas energéticas.

La idea principal que se persigue con todo este análisis no es otra que definir el valor del idle timer.

La gráfica que se presenta a continuación muestra los periodos de inactividad de los grupos de PCs que han sido muestreados para la elaboración del algoritmo de aprendizaje automático presentado anteriormente en este mismo documento (ver el apartado titulado Algoritmo de Aprendizaje Automático).

La representación de estos periodos ha sido realizada en orden incremental.

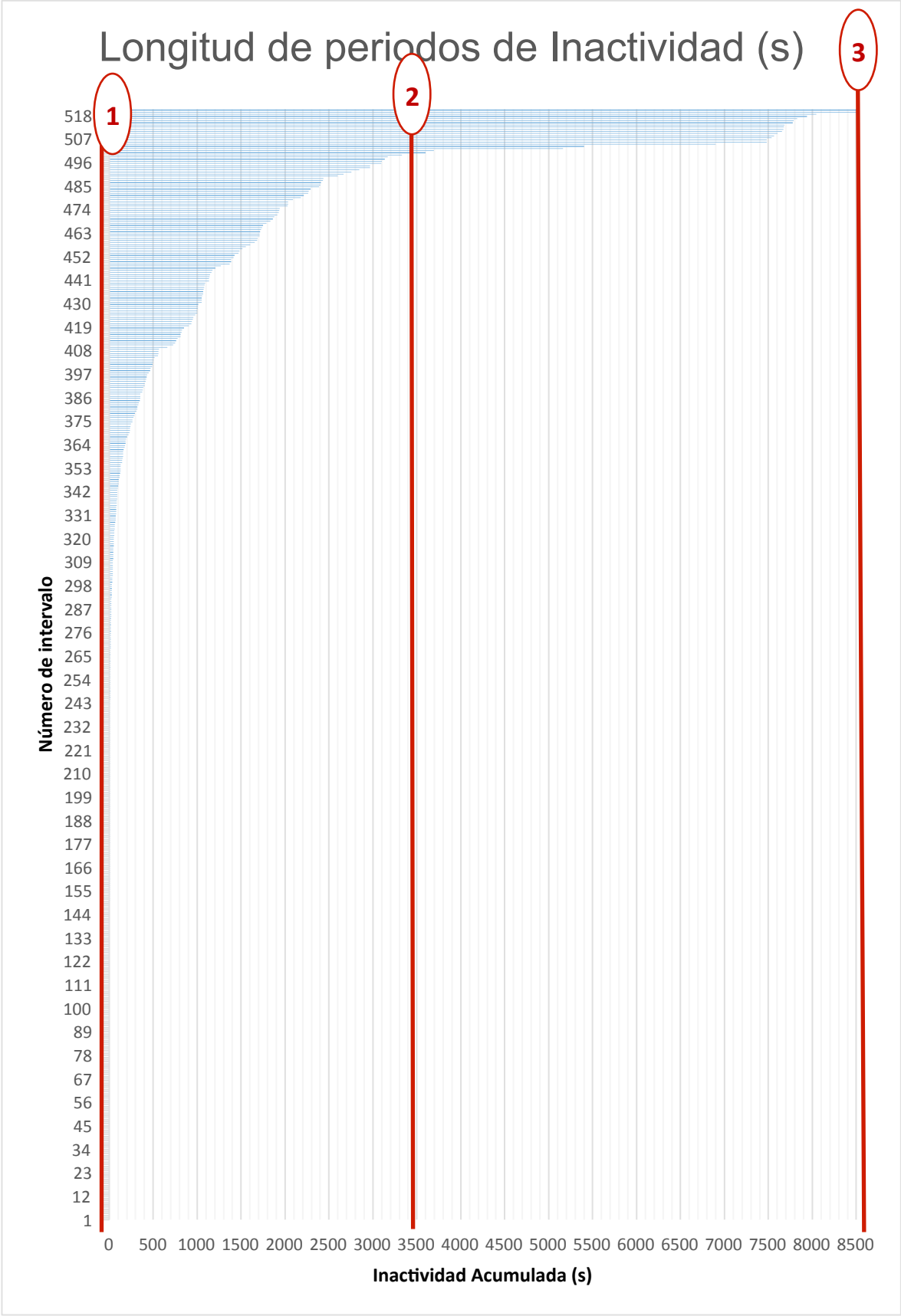


Figura 1: Longitud de periodos de inactividad con idle timer

En esta gráfica, se representa la longitud de los periodos de inactividad ordenados de menor a mayor de todos los PCs muestreados. El intervalo varía de los periodos de inactividad detectados varía entre [1, 10190] segundos.

Además, se incluye además la selección de tres valores para un idle timer ideal.

La selección 1 provee un gran ahorro energético, en concreto el valor óptimo de ahorro. Para cada periodo de inactividad detectado, se produciría un aviso en el idle timer y se ejecutaría la política de ahorro energético pertinente. Esta selección del idle timer también maximiza las perturbaciones producidas a los usuarios, ya que cada usuario debería despertar su PC en todos los periodos de inactividad.

La selección 3 no provee ningún ahorro energético. El valor del idle timer es tan alto que nunca se produciría un aviso de que se sobrepasó el tiempo del idle timer y, por tanto, nunca se aplicaría ninguna política energética. Esta selección no causa ninguna perturbación a los usuarios ya que nunca se producirá ningún reinicio ni suspensión.

La selección 2 muestra un valor intermedio del idle timer entre las dos anteriores selecciones.

Para seleccionar el valor más apropiado para el idle timer (V_{it}) se debe decidir entre dos aspectos:

- El valor debería de minimizar la inactividad total de los PCs, reduciendo los periodos en los cuales los PC permanecen en un estado idle. Estos requerimientos precisan de un valor bajo para V_{it} .
- El valor debería también minimizar el número de veces que los usuarios sufren un reinicio del PC, lo que supone una insatisfacción del usuario final. Estos requerimientos precisan de un alto valor para V_{it} .

Para que el administrador del sistema pueda escoger el valor adecuado para su organización del idle timer, debe ser capaz de llegar a un compromiso entre estos dos factores. Para ello necesita información cuantitativa que le permita conocer cuánto se ahorra y qué grado de satisfacción tendrán los usuarios según el valor del idle timer escogido. Por esta razón, se decidió crear métricas que permitiesen mostrar al administrador estos valores cuantitativamente. Las principales de estas métricas se explican a continuación.

4.2 Representación del Ahorro

Se representa por **Error! Reference source not found.**:

$$A = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} \text{MIN}(T_i, V_{it})}{\sum_{i=1}^{NT} T_i} \times 100$$

Ecuación 1: Porcentaje de ahorro

Las siglas que aparecen en la fórmula anterior y en las demás que se presentarán a lo largo del documento son:

- A: Ahorro
- T_i : Duración temporal del intervalo del i-ésimo intervalo de inactividad detectado
- V_{it} : Se trata del valor del idle timer
- NT: Es el total de intervalos de inactividad detectados

Esta métrica indica qué porcentaje del tiempo que los PCs están inactivos se eliminaría si se suspendiesen los PCs tras detectar una inactividad superior al idle timer V_{it} .

4.3 Métricas Satisfacción Usuarios

Sin duda, la tarea más compleja y que más capacidad de análisis necesitó dentro del proyecto fue la de cómo calcular la Satisfacción del Usuario. Todo el trabajo desarrollado en este proyecto va encaminado a resolver el problema de la definición de un idle timer óptimo o cercano al óptimo. Para ello, una parte fundamental a considerar es el cómo valorar la satisfacción conllevada al usuario con la elección de uno u otro valor del idle timer.

Un valor muy pequeño conllevará un ahorro energético cercano al óptimo pero producirá continuas molestias al usuario, al producirse la suspensión o apagado de su equipo tras intervalos de tiempo muy cortos, lo que ocasionaría continuas quejas por parte de los usuarios.

Un valor muy alto para el idle timer implicaría una satisfacción cercana al 100% por parte de todos los usuarios debido a que prácticamente nunca se les suspendería o apagaría el ordenador, pero esta política significaría un ahorro muy pobre para la organización, prácticamente como lo está en estos momentos sin la aportación de la aplicación que estamos desarrollando.

Por tanto, puede observarse que la decisión de como cuantificar la satisfacción producida al usuario con uno u otro valor para el idle timer es crucial. Por ello se han desarrollado 3 métricas distintas para medir dicha satisfacción. En este documento introductorio solo se explicará la más importante de todas ellas; para más información consultar el documento número 5: "Análisis Gráfico" .

4.3.1 Mejor Métrica Satisfacción Usuarios

Es la métrica más refinada y que más fielmente refleja la satisfacción producida al usuario con la elección de uno u otro valor para el idle timer. Está basada en un factor de ponderación de la suspensión que puede explicarse a través de la siguiente gráfica:

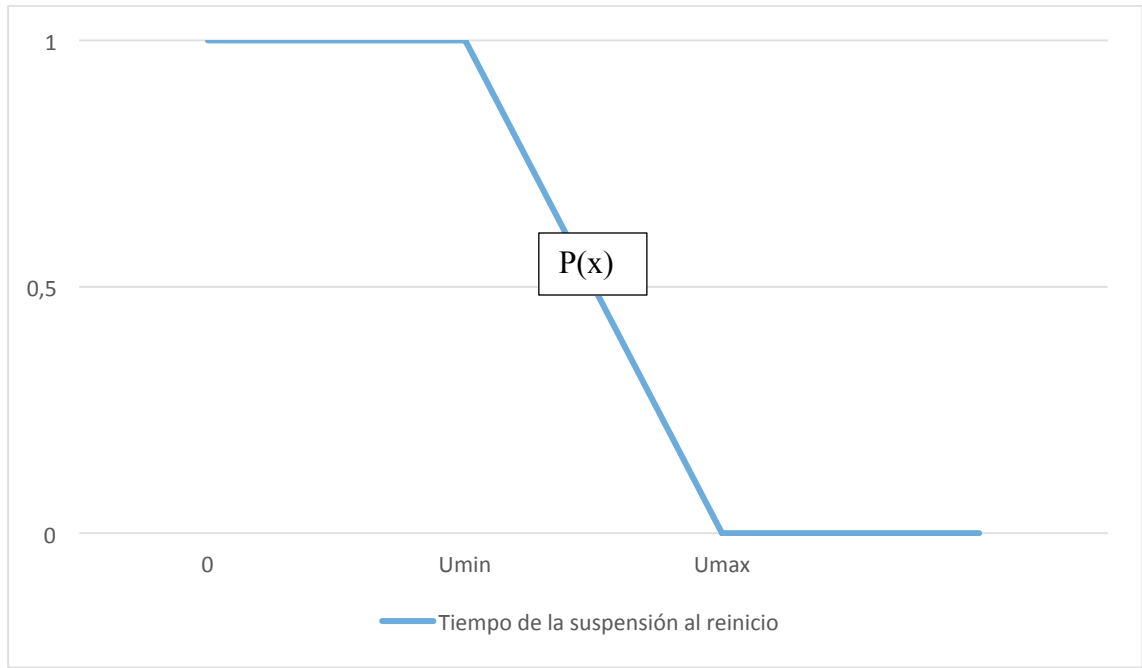


Figura 2: Gráfica P(x) de ponderación de la insatisfacción

Como se puede observar en la gráfica anterior, si el usuario reinicia al poco tiempo de haber suspendido el PC, por debajo de un valor denominado umbral mínimo (U_{min}), el reinicio se considera como un fallo y por tanto acarrea la máxima molestia al usuario.

Por otro lado, si el usuario reinicia un gran tiempo después de haber suspendido el PC, es decir, por encima de un valor denominado umbral máximo (U_{max}), la suspensión se considera un acierto y se considera a su vez que no molesta nada al usuario, con lo que la insatisfacción del usuario es mínima.

La fórmula matemática de $P(x)$ es:

$$P(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } (T_{reset} < U_{min}) \\ 0 & \text{if } (T_{reset} > U_{max}) \\ 1 + \frac{(T_{reset} - U_{min}) * (-1)}{U_{max} - U_{min}} & \text{if } (U_{max} < T_{reset} < U_{min}) \end{cases}$$

Ecuación 2: Fórmula P(x)

Luego la fórmula final de la métrica de satisfacción de usuario SP2 viene dada por:

$$SP2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} P(x) \text{ if } (T_i > V_{it})}{NT} \times 100$$

Ecuación 3: Satisfacción Usuarios con Ponderación 2

4.4 Aplicación Web Lectura Base de datos

Esta modulo será el encargado de permitir al usuario realizar un análisis, mediante la observación de las gráficas que se le mostrarán, a partir de una elección de las fechas por parte del propio usuario. Se permitirá por tanto, un análisis diario, semanal o mensual, el usuario solamente deberá asignar una fecha de inicio en donde desea empezar el análisis y la fecha fin donde desea finalizarlo. Existirán dos grandes opciones para el análisis:

- Se podrá realizar un análisis personal e individualizado de cada uno de los PCs muestreados y registrados en la aplicación.
- Se podrá realizar un análisis global, de todos los PCs muestreados. Esta opción es muy interesante para obtener una visión global en función de las métricas ofrecidas por la aplicación.

Una vez integrado dentro de la aplicación PC Fleet Power Management, la página principal de esta aplicación es la siguiente:

The screenshot displays the 'Main Page' of the 'PC Fleet Power Manager Administration' application. The title 'PC Graphics' is centered below the main heading. A prompt 'Select PC and date range for which you want to view data' is followed by a dropdown menu currently set to 'All'. Below this, two identical calendar grids for May 2013 are shown side-by-side, with dates 1 through 31. Under the calendars, there are several configuration sections: 'Precision of idle timer' set to '1 segundo', 'Limits of representation (s)' with 'Min:' and 'Máx:' input fields, 'Thresholds of weighting (s)' with 'Min (*)' (60) and 'Máx (*)' (1800) input fields, and 'Intervals inactivity between (s)' with 'Min:' and 'Máx:' input fields. A 'Show Graphics' button is located at the bottom center.

Figura 3: Pantalla Principal para el análisis gráfico a partir de una base de datos

A continuación se desarrolla cada elemento que se puede observar en la pantalla principal presentada anteriormente:

Selección de la muestra

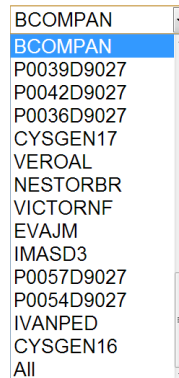


Figura 4: Elección de la muestra

En esta opción se la da al usuario la oportunidad de elegir qué muestra desea; tendrá dos opciones:

- Elegir uno de los PCs en particular registrados en la aplicación.
- Elegir la opción All para realizar un estudio de carácter general en la organización.

Elección intervalo de estudio

≤	mayo de 2013							≥
lu	ma	mi	ju	vi	sá	do		
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>		
<u>6</u>	<u>7</u>	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19		
20	21	22	23	24	25	26		
27	28	29	30	31				

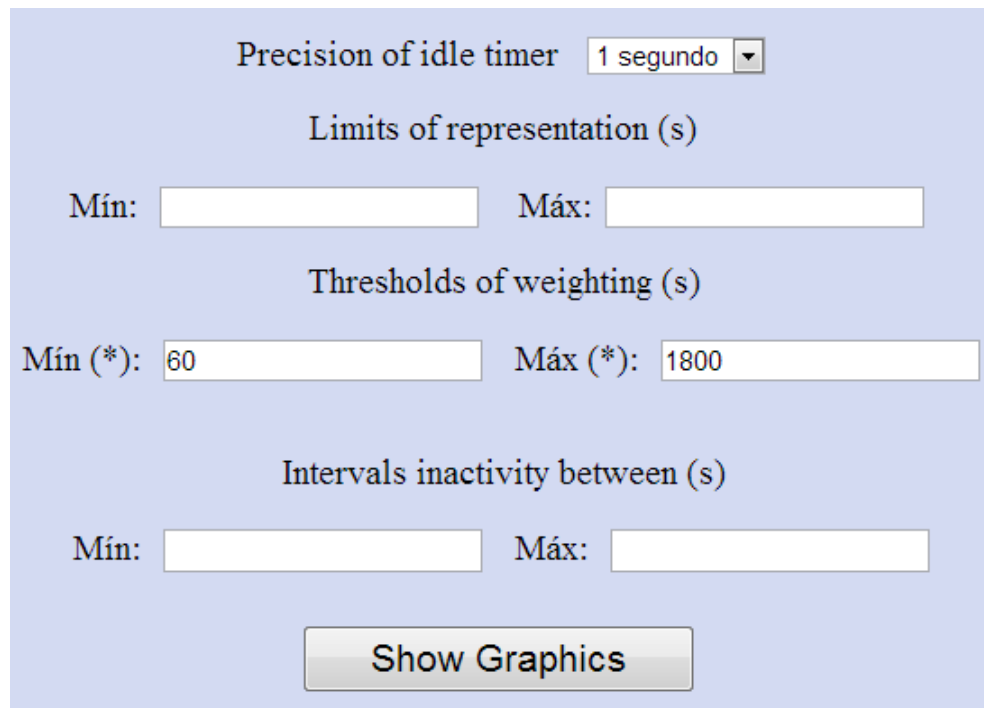
≤	mayo de 2013							≥
lu	ma	mi	ju	vi	sá	do		
		<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>		
<u>6</u>	<u>7</u>	8	9	10	11	12		
13	14	15	16	17	18	19		
20	21	22	23	24	25	26		
27	28	29	30	31				

Figura 5: Intervalo de estudio

A través de este calendario se le permite al usuario seleccionar el rango de fechas que desea incluir en el estudio. Los detalles a considerar son los siguientes:

- Se puede elegir un rango de fechas incluyendo distintos meses.
- Solamente se permite la elección de días subrayados, que se corresponden con los días anteriores al actual.

Parámetros de configuración



Precision of idle timer 1 segundo ▼

Limits of representation (s)

Mín: Máx:

Thresholds of weighting (s)

Mín (*): Máx (*):

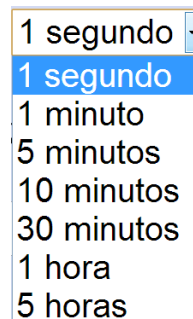
Intervals inactivity between (s)

Mín: Máx:

Show Graphics

Figura 6: Parámetros de configuración

Precision of idle timer



1 segundo ▼

1 segundo

1 minuto

5 minutos

10 minutos

30 minutos

1 hora

5 horas

Figura 7: Opciones precisión idle timer

Este valor indica el incremento del idle timer que se utilizará para calcular las métricas. La máxima precisión permitida es 1 segundo. El problema de este valor viene cuando se desean analizar un gran volumen de muestras. El idle timer variará entre todos los valores que componen el siguiente intervalo: [0, Máxima (inactividad)]; la diferencia de escoger una u otra precisión es el incremento que se le da a los valores que se encuentran en el intervalo comentado. Esto es:

- Para 1 segundo: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad).

- Para 1 minuto: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 60.
- Para 10 minutos: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 600.
- Para 30 minutos: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 1800.

Consecuentemente, si el máximo valor de inactividad encontrado es muy grande y la precisión elegida para el idle timer es de 1 segundo, es probable que el número de valores a analizar sea tan grande que la aplicación dé la excepción de que no se ha podido realizar el cálculo por escasez de memoria. Por tanto será tarea del usuario de la aplicación el comprobar qué precisión desea en base a el volumen de la muestra que desea estudiar.

Limits of idle timer (s)

Estos valores opcionales sirven para identificar el intervalo de representación para el idle timer que se haya determinado en el parámetro anterior.

Típicamente en una primera interacción con la aplicación este parámetro permanecerá vacío ya que el usuario pretenderá tener una visión general del análisis que se ofrece. Cuando realmente tiene utilidad estos valores es una vez se realiza la primera visión de las gráficas: es de gran importancia el poder reducir los intervalos de representación de cara a observar con una mayor precisión los intervalos que son realmente interesantes de cada una de las gráficas ofrecidas. Esto puede hacerse acotando el valor del idle timer, que se corresponde con el eje de las X. Para ello el usuario simplemente deberá introducir la cota inferior, en el espacio Min, y la cota superior, en el espacio Max.

Thresholds of weighting (s)

Este parámetro de carácter obligatorio identifica los valores U_{min} y U_{max} de la función de ponderación $P(x)$ presentada anteriormente.

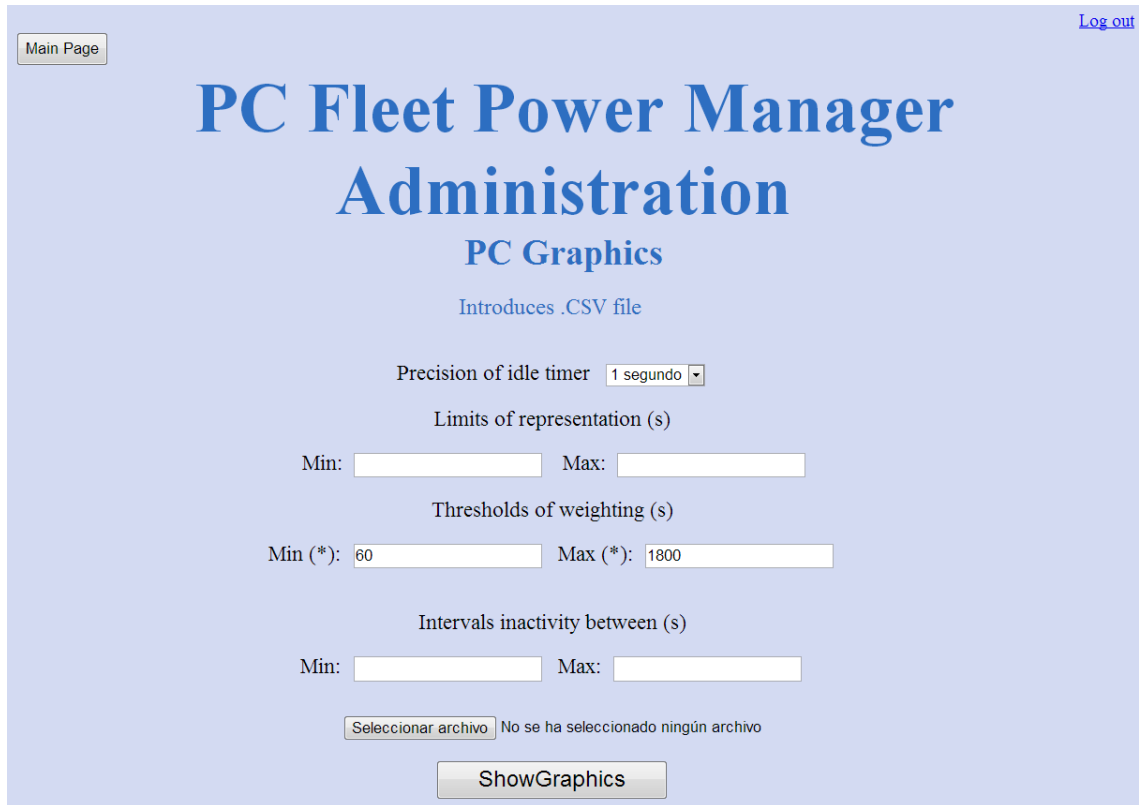
Sirve para que el usuario introduzca una cota mínima para la cual los valores por debajo de dicha cota signifiquen un 100% de molestia al usuario mientras que los valores introducidos por encima de la cota máxima, significarán un 0% de molestia al usuario.

Intervals inactivity between (s)

El último parámetro opcional disponible sirve para acotar el tamaño de las inactividades que se desean tener en cuenta de cara al análisis gráfico a representar. Estos dos parámetros sirven para permitir al usuario la elección de la cota mínima y máxima referida a la longitud de los periodos de inactividad que desea representar. Los intervalos con duración inferior a la cota mínima o superior a la cota máxima no serían tenidos en cuenta en las métricas. En el documento *5 Análisis Gráfico* se explica la utilidad de imponer estos límites.

4.5 Aplicación Lectura de Fichero

Este módulo es análogo al explicado en el punto anterior, la única diferencia entre ambos radica en la forma en que se extraen los datos a representar, que en este caso se obtienen del fichero en formato CSV introducido por el usuario. A modo de ejemplo se muestra la pantalla principal de este módulo alojado dentro de la aplicación de PC Fleet Power Management:



The screenshot shows the 'Main Page' of the 'PC Fleet Power Manager Administration' application. The page has a light blue background and a central title 'PC Fleet Power Manager Administration' in large blue font, with 'PC Graphics' below it. The subtitle 'Introduces .CSV file' is centered. The interface includes several configuration sections: 'Precision of idle timer' with a dropdown set to '1 segundo'; 'Limits of representation (s)' with 'Min' and 'Max' input fields; 'Thresholds of weighting (s)' with 'Min (*)' set to 60 and 'Max (*)' set to 1800; and 'Intervals inactivity between (s)' with 'Min' and 'Max' input fields. At the bottom, there is a 'Seleccionar archivo' button, a status message 'No se ha seleccionado ningún archivo', and a 'ShowGraphics' button. A 'Log out' link is in the top right corner.

Figura 8: Pantalla Principal Fichero

4.6 Resultados

De todas las gráficas construidas la que más importancia tiene de cara al análisis realizado es la que se muestra a continuación:

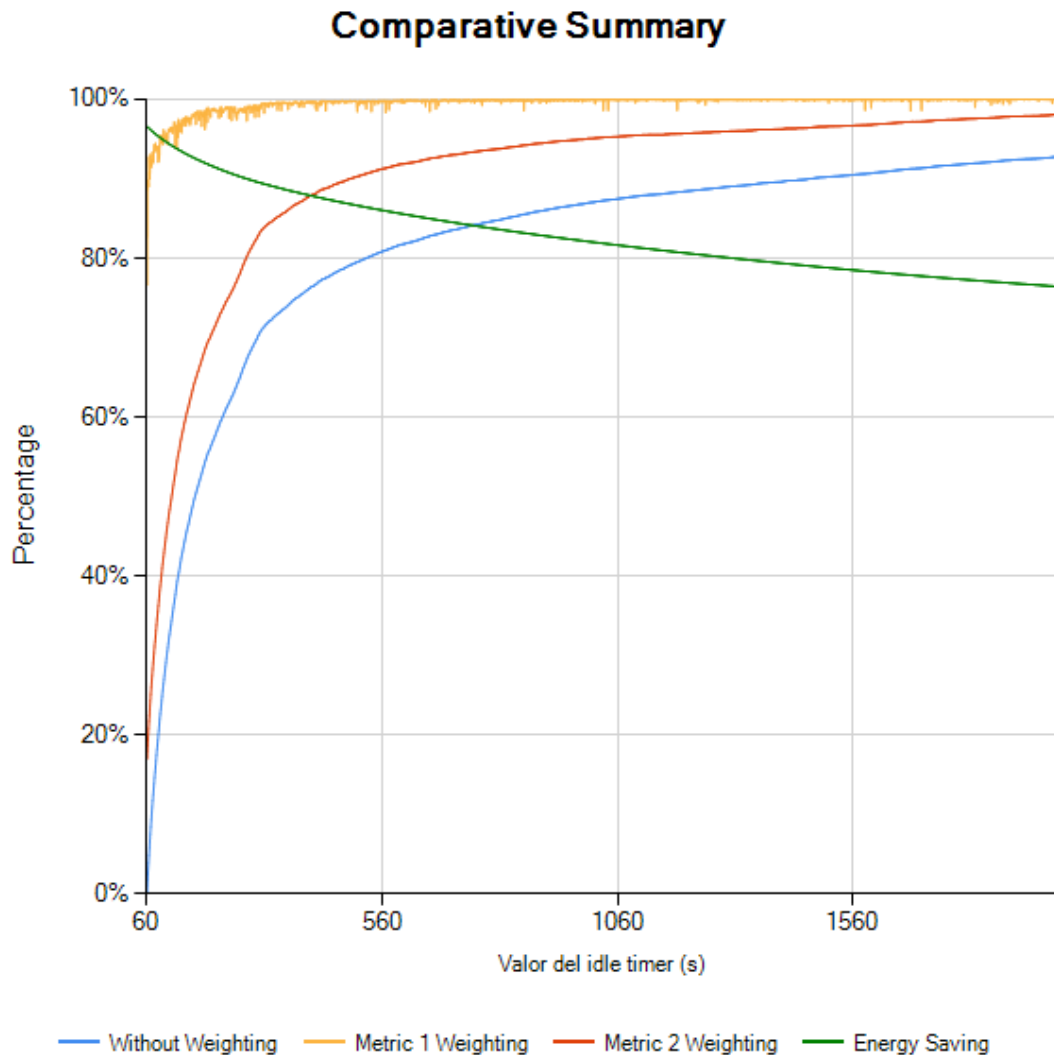


Figura 9: Comparativa resultados Métricas y Ahorro

En esta gráfica se pueden observar dos aspectos:

- Por un lado están las 3 métricas encargadas de mostrar la satisfacción de los usuarios en base al idle timer seleccionado. Estas métricas se corresponden con las curvas ascendentes del gráfico. En concreto:
 - Curva azul: Se corresponde a una métrica sin ponderación (ver documento 5 *Análisis Gráfico*)
 - Curva Roja: Se corresponde con la métrica con ponderación 2 (ver documento 5 *Análisis Gráfico*). Es la métrica explicada anteriormente en este documento.
 - Curva Amarilla: Se corresponde con la métrica con ponderación 1 (ver documento 5 *Análisis Gráfico*)

- Por otro lado está la curva verde, descendente en el gráfico anterior, que se corresponde con el ahorro obtenido en relación al idle timer seleccionado,

Tabla Comparativa de Resultados

	Métrica Sin Ponderación	Métrica Ponderación 1	Métrica Ponderación 2
Punto de Corte (s)	80	400	750
Ahorro (€)	97%	88%	84%
Satisfacción Usuarios (€)	97%	88%	84%

La gráfica mostrada está acotada en referencia a los posibles valores del idle timer. Esto se hace para tener una mejor visión de la parte más importante del gráfico. La gráfica está calculada con los valores medidos durante tres semanas en 43 PCs de Seresco.

Como se puede verificar en el gráfico a medida que se baje el valor del idle timer el ahorro incrementará y la satisfacción del usuario bajará. En sentido opuesto, a mayor valor del idle timer menor ahorro y mayor satisfacción por parte de los usuarios.

4.7 Conclusión

La conclusión final que se debe de extraer de esta grafica es que el idle timer en los ordenadores analizados debe de variar entre los valores contenidos en el intervalo: [300, 1560]. Si se quiere primar el ahorro acotaremos el idle timer en torno a los 300 segundos, si por el contrario se elige dar preferencia máxima a la satisfacción de los usuarios el idle timer estará en torno a los 1560 segundos.

Valores por fuera del intervalo mostrado serían demasiado agresivos para una de las dos medidas y romperían el equilibrio que debe existir entre ambas, hecho que no es nada recomendable para conseguir un buen valor para el idle timer.

5 Analisis de costes

5.1 Introducción

Se ha desarrollado un tercer módulo que viene a resumir de una manera cuantitativa todo el trabajo previo de análisis de las dos anteriores. Una vez que el administrador de TI encargado de gestionar la aplicación ha analizado el valor óptimo del idle timer para su propia empresa y ha aplicado su propia política de ahorro energético, este tercer módulo será de gran utilidad para analizar todos los datos de inactividad producidos y cuantificar en costes el ahorro producido con la política de ahorro energético establecida. Como método de comparación se mostrará también los costes que serían directamente imputables si no se hubiese desarrollado ninguna política ahorrativa.

Para un cierto intervalo de fechas determinado por el usuario, se mostrará un gráfico que calcula y muestra los siguientes costes:

- Costes totales energéticos: Se estudian los eventos de encendido y apagado de cada uno de los PC registrados durante el intervalo de fechas seleccionado, de manera que se vaya acumulando el coste producido por cada PC en el intervalo de fechas escogido por el usuario.
- Costes Suspend: Son los costes que se producirían en el sistema dentro de las fechas escogidas si se hubiera aplicado una política de suspensión del PC una vez detectado un periodo de inactividad superior a un valor del idle timer dado.
- Coste Idle: Es el menor coste energético que se podría producir. Muestra el coste total de un sistema dentro de las fechas escogidas si se hubiese aplicado una política energética de suspensión de cada PC una vez detectado un periodo de inactividad de 1 minuto, que se corresponde con el menor idle timer posible recomendado (ver documento 5 *Análisis Gráfico*).

La pantalla principal del módulo integrado dentro de la aplicación de PC Fleet Power Management es la siguiente:

The screenshot shows the 'Main Page' of the 'PC Fleet Power Manager Administration' application. The title 'PC Graphics' is displayed below the main heading. A prompt 'Select PC and date range for which you want to view data' is followed by a dropdown menu currently set to 'All'. Below this, there are two side-by-side calendar views for 'mayo de 2013'. Each calendar has a header with day abbreviations (lu, ma, mi, ju, vi, sa, do) and a body with dates. The first calendar is bounded by ≤ and ≥ symbols, and the second by ≤ and ≥ symbols. A 'Show Graphics Cost' button is located at the bottom center.

mayo de 2013						
≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥
			1	2	3	4
	6	7	8	9	10	11
	13	14	15	16	17	18
	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30	31	

mayo de 2013						
≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥
			1	2	3	4
	6	7	8	9	10	11
	13	14	15	16	17	18
	20	21	22	23	24	25
	27	28	29	30	31	

Show Graphics Cost

Figura 10: Pantalla principal costes

Como se puede observar en la anterior figura, la interfaz gráfica de esta nueva aplicación es bastante más simple que la de los anteriores. El usuario solamente deberá de determinar los siguientes aspectos:

- Un rango de fechas a través del calendario mostrado
- Seleccionar el PC para el cual quiere determinar los costes. También podrá elegir la opción “All” que servirá para realizar un análisis de costes global.

En concreto, en este trabajo fin de máster se han desarrollado dos fases de pruebas distintas, que permiten realizar un análisis de los costes actuales obtenidos y el ahorro posible.

5.2 Fases de Pruebas

Persiguiendo uno de los objetivos de este trabajo fin de máster, especificar los costes que se ahorrarán con la implantación de esta herramienta de ahorro energético, se han desarrollado dos grandes campañas de medida donde el objetivo de cada una de ellas y el software necesario en cada una de las fases ha sido distinto. Estas fases se estudian en los apartados siguientes.

5.2.1 Fase 1: Registro de coste energético actual

Esta fase se ejecuta dentro del siguiente periodo: 21-Marzo al 25-Abril.

El objetivo de esta campaña de medidas es registrar los periodos de inactividad de una muestra de PCs. Dicha muestra está formada de los siguientes elementos:

- Un total de 43 PCs, donde se ha instalado el software PC Fleet Power Management como un servicio de Windows. Estos PCs están enviando información sobre su actividad continuamente y el servidor es el encargado de tratarlos, procesarlos y almacenarlos.

Esta primera fase servirá como punto de partida de la situación actual de la organización, ya que no se aplica ningún tipo de política de ahorro energético porque solamente se procede a registrar todos los intervalos de inactividad detectados, sin tomar ningún tipo de medida una vez superados ciertos umbrales de inactividad. La información obtenida en esta fase se utilizará para observar el gasto total de energía realizada y el gasto innecesario de energía. Servirá asimismo como medida comparativa para la segunda fase de pruebas.

5.2.2 Fase 2: Política de Suspensión

5.2.2.1 Previsión

Esta segunda fase de pruebas está comprendida en el siguiente intervalo de fechas:

- Desde el 9 de mayo hasta el 30 de Mayo.

Cuando se realizó la planificación de los periodos de prueba se vieron necesarias estas tres semanas mencionadas para esta segunda fase. El plan consistía en la siguiente planificación:

- La semana del 9 al 16 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 10 minutos.
- La semana del 16 al 23 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 5 minutos.
- La semana del 23 al 30 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 2 minutos.

Los datos de los minutos establecidos para cada una de las fases de prueba fueron extraídos tras realizar un exhaustivo análisis, utilizando para ello la aplicación creada a tal efecto. Las gráficas mostradas en esta aplicación, para el conjunto de datos de la primera fase, determinó que un idle timer inferior a los 2 minutos tendría un ahorro en costes insignificante mientras que la molestia al usuario sería demasiado abusiva.

5.2.2.2 Realidad

La previsión de la segunda fase pruebas fue realizada sin tener constancia todavía de los costes asociados a los idle timer seleccionados. Una vez que se construyó la aplicación que genera los costes asociados a un intervalo de fechas, se procedió al cálculo de costes totales de la primera fase de pruebas. En este estudio, se llegó a la conclusión de que bajar el valor del idle timer para la segunda y tercera semana de esta segunda fase carecía de sentido. El director de I+D+i de Seresco, una vez estudiados los datos de costes producidos en la primera fase de pruebas, tomó la decisión de que, debido al poco ahorro que se produciría con la bajada del idle timer, se mantuviera el idle timer para la segunda y tercera semana de esta segunda fase.

5.3 Resultados Costes

El resultado final obtenido para la primera fase de pruebas en el entorno real de la organización de Seresco, periodo que sirvió para registrar los datos de inactividad sin la aplicación de ninguna política energética, fue el siguiente:

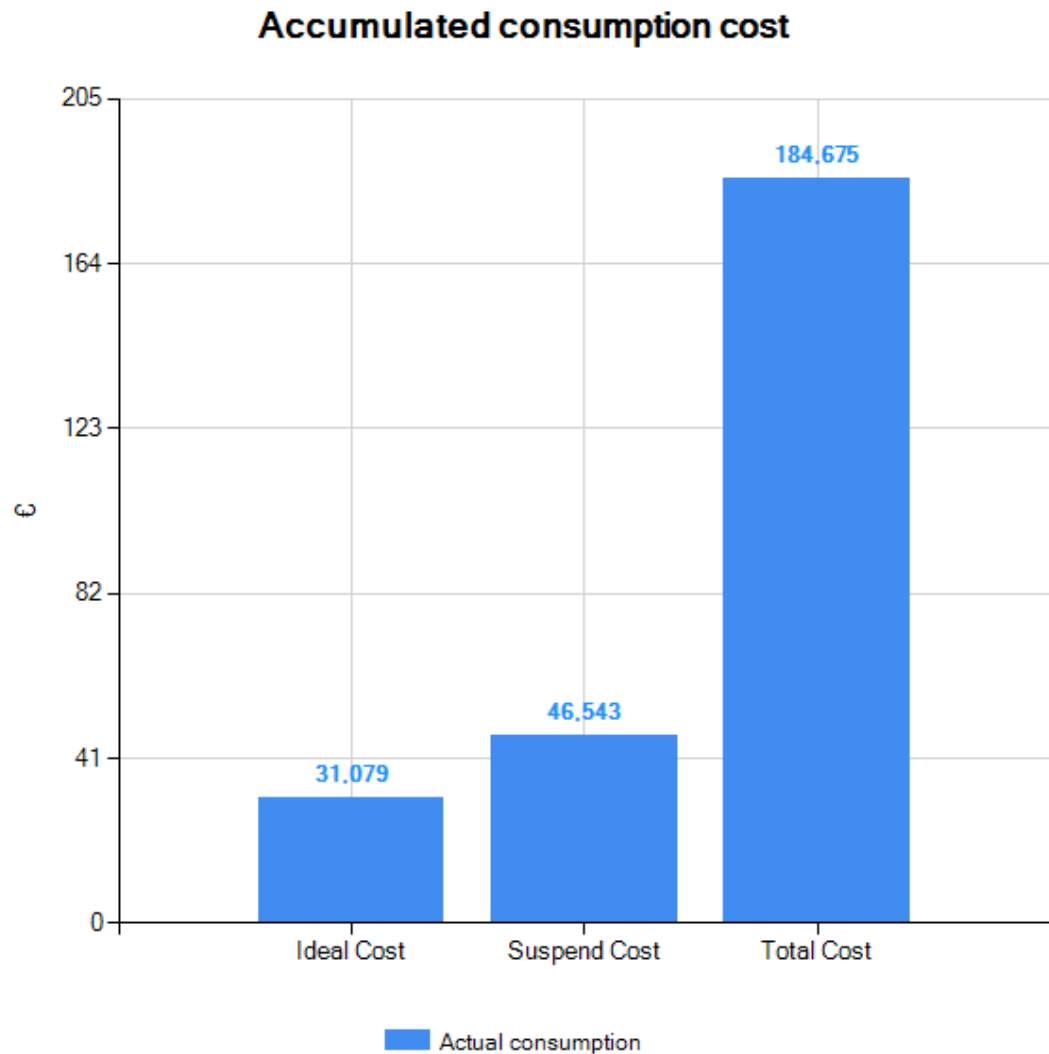


Figura 11: Costes

Este estudio fue realizado bajo las siguientes características:

- Para un total de 43 PCs, 38 de sobremesa y 5 portátiles.
- Para un periodo de un mes
- Con un precio del KW/h igual a 0,14 euros. Esta medida fue dada gracias a un estudio de consumo eléctrico asociados a los PCs realizado en Seresco, el cual tuvo una duración de un año. El consumo para un PC de sobremesa es de 0,08 KW/h y para un portátil es de 0,04 KW/h.

Los resúmenes de costes que se pueden extraer del anterior análisis son:

Coste del total de PCs muestreados (43)	Idle (€)	Suspend (€)	Actual (€)
Mes	31,079	46,543	184,6755
Año	372,948	558,5162	2216,120

Por tanto, el ahorro conseguido bajo las dos políticas de ahorro energético determinadas es:

Ahorro del total de PCs muestreados (43)	Suspend (€)	Idle (€)	% Ahorro Suspend	% Ahorro Idle
Mes	138,132	153,596	74,8%	83,17%
Año	1657,584	1843,152		

Cabe recordar que estos resultados son para un total de 43 PCs muestreados. Si se realiza una media para calcular el ahorro de PC por mes y año saldrían los siguientes resultados:

Ahorro por PC	Suspend (€)	Idle (€)
Mes	3,23	3,58
Año	38,8	42,98

5.4 Conclusión

La conclusión final que se puede extraer de todo este análisis se refleja en la tabla de ahorro por PC que se ha calculado. En esta tabla se demuestra que el ahorro asociado a un PC asciende a los 38.8 euros anuales. En un principio esta cantidad puede parecer poco significativa, pero si observamos el número de PCs instalados en una pequeña empresa como es Seresco vemos que este número es de aproximadamente de 400 PCs, por lo que el ahorro total anual que se obtendría con la utilización de esta herramienta ascendería a los 15520 euros, lo cual empieza a ser una cantidad importante.

Cabe destacar que este cálculo está hecho con la política ahorro energético de suspensión de los PCs tras la detección de 10 minutos de inactividad. Si quisiéramos maximizar aún más el ahorro todavía se podría ser más agresivos con el valor seleccionado para el idle timer, pudiendo este bajar hasta los 5 minutos sin ocasionar una satisfacción por parte de los usuarios demasiado baja.

Por último decir que esta aplicación no es solo muy satisfactoria para el uso interno sino que se denotan altas capacidades de venta donde el ahorro obtenido de grandes empresas se verá multiplicado.

6 Conclusiones Generales

Con la realización de este proyecto se ha conseguido llevar a cabo una amplia tarea de investigación para un proyecto de ahorro de energético en el cual participan una organización privada como es la empresa de Seresco S.A. y un ente público como es la Universidad de Oviedo.

La realización del trabajo de investigación en un entorno real como es la empresa de Seresco ha permitido observar y reflejar en dicho proyecto todos los problemas que surgen de la aplicación de este tipo de herramientas en un entorno cerrado como es una organización privada.

El trabajo ha explorado la posibilidad de utilizar algoritmos genéticos para determinar el valor del idle timer que debería utilizar el sistema operativo para suspender PCs. Este estudio determinó que el factor más importante para determinar el estado activo o inactivo de un PC era la longitud de los intervalos en los que el usuario no interacciona con el PC.

El valor para el idle timer obtenido mediante el algoritmo genético se ha considerado muy pequeño porque no tiene en cuenta la satisfacción del usuario. En este sentido, el trabajo ha explorado también un método gráfico que, a través de una serie de métricas, permita al administrador del sistema escoger un valor del idle timer sabiendo qué ahorro va a obtener y que grado de satisfacción tendrán los usuarios.

Aparte de las conclusiones relativas al estudio relativo a los costes, se pueden establecer las siguientes conclusiones:

- Se ha construido un módulo de análisis de inactividades, extrayendo los datos de la propia base de datos de la aplicación, lo que permite un análisis global y dinámico al usuario de la aplicación.
- Se ha construido un módulo de análisis de inactividades, extrayendo los datos desde un fichero externo, lo que permite a los usuarios realizar análisis externos, fuera de la aplicación web existente en la aplicación final
- Se ha realizado un trabajo de integración de los dos módulos mencionados, más el de costes comentado anteriormente, con la aplicación general que ya estaba funcionando en Seresco denominada PC Fleet Power Management.

Una vez que los datos fueron analizados y comprendidos, se elaboró una presentación que fue mostrada al director general de Seresco el día 27 de Mayo, teniendo la aplicación una magnífica aceptación por su parte, hecho que dio lugar a una presentación más frente al director de calidad, director del área de construcción y subdirector general celebrada el día 30 de Mayo.

Cabe destacar el hecho de que esta aplicación no solamente fue capaz de demostrar el ahorro en cuanto a costes, sino que para el departamento de calidad ha sido bastante importante el

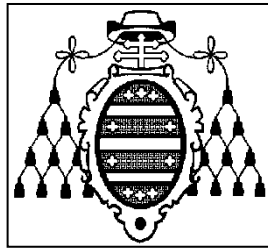
hecho de poder registrar la construcción de esta aplicación en concordancia con la norma ISO 14001 referida a términos medioambientales de la cual Seresco posee la certificación.

Algunas de las posibles ampliaciones a realizar en un futuro para este proyecto son:

- Realizar un análisis del idle timer para cada PC de forma individualizada, y no generalista como se ha desarrollado hasta ahora. Esto permitiría un mayor ahorro al ajustar mucho mas el tiempo del idle timer en base a cada uno de los PCs existentes en la organización.
- Permitir el Wake on LAN, de forma que cada uno de los usuarios pueda despertar su PC del estado de suspensión de forma remota.
- Incluir la energía disipada por los monitores en el cálculo del ahorro final obtenido, de forma que este calculo sea más fiel todavía.
- Implementar políticas de ahorro energético dinámicas en función del horario laboral.

En resumen, el trabajo desarrollado ha generado y probado una serie de métodos analíticos que permiten ahorrar energía en la flota de PCs de una organización.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis del tiempo de inactividad para la
gestión energética de flotas de PCs**

DOCUMENTO N° II

Método de Trabajo, Planificación y Presupuesto

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Índice

1	Método de Trabajo	5
1.1	Estudio de la situación actual del proyecto	5
1.2	Fijación de Objetivos	5
1.3	Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático	5
1.4	Definición de Métricas de Satisfacción del Usuario	6
1.5	Construcción de Prototipos	6
1.6	Análisis de los resultados	7
2	Planificación y Presupuesto	8
2.1	Planificación.....	8
2.1.1	Tareas	8
2.1.2	Diagrama de la planificación.....	9
2.2	Presupuesto	11
2.2.1	Mediciones	11
2.2.1.1	Recursos Hardware	11
2.2.1.2	Recursos Software	11
2.2.1.3	Recursos humanos	12
2.2.1.4	Recursos Materiales.....	12
2.2.2	Cuadro de Precios.....	13
2.2.2.1	Recursos Hardware	13
2.2.2.2	Recursos Software	13
2.2.2.3	Recursos Humanos	14

2.2.2.4	Recursos materiales	14
2.2.3	Presupuestos Parciales	15
2.2.3.1	Recursos Hardware	15
2.2.3.2	Recursos Software	15
2.2.3.3	Recursos Humanos	16
2.2.3.4	Recursos materiales	17
2.2.4	Presupuesto Total	18

Lista de figuras

FIGURA 1: DIAGRAMA DE GANTT	10
--	-----------

1 Método de Trabajo

Para la consecución de este trabajo el método de trabajo seguido se puede dividir en las siguientes fases:

1.1 Estudio de la situación actual del proyecto

El objetivo primordial de mi primera tarea al llegar a la organización de Seresco fue la de analizar la fase de desarrollo en la que se encontraba el proyecto que se está desarrollando actualmente y a partir del cual versaría todo el resto del trabajo.

La primera tarea dentro de esta actividad fue la de comprender el proceso seguido hasta ese momento para la construcción de la aplicación PC Fleet Power Management, motivaciones del proyecto, aspectos iniciados y funcionalidades del mismo.

Una vez comprendido esto, el siguiente paso fue el de analizar la situación actual del mercado con respecto a la temática tratada del ahorro energético. Tras analizar las más importantes herramientas del mercado se detecta un detalle que nos llama bastante la atención y es la definición del parámetro conocido como idle timer, que viene a ser el tiempo de inactividad a partir del cual aplicar una política de ahorro energética determinada, no es definido por las propias herramientas sino que se le otorga al administrador de dicha herramienta la decisión de fijar el valor para el idle timer, ocasionando gran ineficiencia.

1.2 Fijación de Objetivos

Tras detectar la anterior situación, y entendiendo que el valor de este parámetro es crucial para el buen desempeño de herramientas de este tipo se decide realizar varias propuestas de donde tras varias reuniones salen los objetivos finales a cumplir por este proyecto.

1.3 Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático

La primera tarea una vez fijados los objetivos finales del proyecto fue el desarrollo construcción y análisis de un algoritmo de aprendizaje automático que ayudase a fijar un valor para idle timer.

Este algoritmo se utilizaría como primer punto de referencia de dicho valor, pero debido al escaso número de muestras tratadas no se puede demostrar que el valor otorgado por el mismo sea satisfactorio.

1.4 Definición de Métricas de Satisfacción del Usuario

Uno de los grandes problemas para elaborar una representación gráfico con la totalidad de los datos disponibles fue la de cómo medir la satisfacción de un usuario en base a un idle timer determinado. Es evidente, que a medida que el valor de dicho idle timer aumente, la satisfacción del usuario aumentará ya que se le molestará menos. En sentido contrario, si el valor disminuye la satisfacción del usuario disminuirá al molestarle un número de veces mayor.

Para cuantificar esas molestias se diseñaron tres métricas de medición distintas, una de ellas sin ningún tipo de ponderación y las otras dos con ponderaciones de forma que se valorará el tiempo de reset para cada vez que se aplique una política energética.

1.5 Construcción de Prototipos

El siguiente paso una vez diseñados los planes de pruebas fue el de construir las aplicaciones necesarias para el correcto tratamiento de los datos obtenidos en cada una de esta dos fases de pruebas. Para ello se procedió a la construcción de tres funcionalidades que se construirán con la tecnología con la que se estaba desarrollando el proyecto que no es otro que la plataforma .NET y en concreto el lenguaje de programación C#. Estas tres funcionalidades se integrarían en el desarrollo realizado hasta ese momento y formarían parte de la consola web final.

Las 3 funcionalidades necesarias para el tratamiento y análisis de los datos fueron:

- Prototipo de Análisis del valor del idle timer: Es la encargada de mostrar las gráficas más representativas para un correcto análisis del valor seleccionado para el idle timer. La extracción de los datos se ha realizado de dos formas diferenciadas:
 - BD: Extrae los datos desde la propia base de datos de la aplicación. Servirá para un análisis interno del comportamiento de los PCs clientes registrados.
 - Fichero: Extrae los datos del fichero introducido por el propio usuario. Servirá para realizar un análisis externo, o fuera del ámbito de la aplicación.
- Prototipo de Análisis de Costes: Es la encargada de determinar los costes totales producidos en relación con los costes totales de la política de ahorro energético aplicada en cada instante y el coste mínimo posible para el rango de fechas estudiado.

1.6 Análisis de los resultados

Una vez que los prototipos fueron contruidos y se verificó su correcto funcionamiento, se procedió a realizar un análisis para la totalidad de datos registrados en la primera fase de pruebas.

Una vez que estos fueron analizados y comprendidos, se elaboró una presentación que fue mostrada al director general de Seresco el día 27 de Mayo, teniendo la aplicación una magnífica aceptación por su parte, hecho que dio lugar a una presentación más frente al director de calidad y director del área de construcción celebrada el día 30 de Mayo.

Cabe destacar el hecho de que esta aplicación no solamente fue capaz de demostrar el ahorro en cuanto a costes, sino que para el departamento de calidad ha sido bastante importante el hecho de poder registrar la construcción de esta aplicación en concordancia con la norma ISO 14001 referida a términos medioambientales de la cual Seresco posee la certificación.

2 Planificación y Presupuesto

En este documento se procederá detallar dos aspectos que marcarán todo el desarrollo del trabajo presentado en este tomo, como son la planificación que se ha seguido para la construcción y desarrollo del mismo así como el presupuesto asociado.

2.1 Planificación

2.1.1 Tareas

El desarrollo del proyecto puede dividirse en las siguientes tareas:

- Estudio de la situación actual del proyecto: Analizar la fase de desarrollo en la que se encuentra el proyecto que se está desarrollando actualmente y a partir del cual versará todo el resto del trabajo.
- Fijación de Objetivos: Tras un análisis previo, esta tarea consistirá en la elaboración de propuestas de mejora que permitirán fijar el trabajo a desarrollar en el resto del proyecto.
- Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático: Desarrollo, construcción y análisis de un algoritmo de aprendizaje automático que ayude a conseguir el objetivo final.
- Análisis Gráfico: Construcción de estudios gráficos que permitan realizar un mejor análisis de los parámetros deseados.
- Implementación de prototipos: Programación del sistema con la tecnología acordada y siguiendo el diseño estudiado.
- Análisis de resultados: Estudio y documentación de los resultados de las dos fases de pruebas implementadas en un entorno real.
- Documentación Análisis: Fase de redacción donde se plasmará todo el proceso seguido en el desarrollo de este proyecto en la correspondiente fase de análisis.
- Documentación Final: Se corresponde con la fase de redacción de los prototipos construidos así como de las pruebas y resultados y algunas consideraciones finales.
- Encuadernación: Impresión y entrega de los tomos necesarios para la presentación del proyecto.

2.1.2 Diagrama de la planificación

Para su realización se ha utilizado un diagrama de Gantt, que se trata de una herramienta que permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto.

Para la elaboración de este diagrama de Gantt se ha utilizado la herramienta Gantt Project.



Figura 1: Diagrama de Gantt

2.2 Presupuesto

2.2.1 Mediciones

2.2.1.1 Recursos Hardware

Descripción	Unidad de medición	Número de unidades
Ordenador portátil	Unidades	1
Impresora	Unidades	1

2.2.1.2 Recursos Software

Descripción	Unidad de medición	Número de unidades
Microsoft Windows 7 versión Home Premium	Unidades	1
Microsoft Office 2010	Unidades	1
Microsoft Visual Studio 2010	Unidades	1
Microsoft SQL Server 2008	Unidades	1
Tortoise SVN	Unidades	1
Gantt Project	Unidades	1
WEKA	Unidades	1

2.2.1.3 Recursos humanos

Descripción	Unidad de medición	Número de horas
Estudio situación actual del proyecto	Horas	56
Fijación de Objetivos	Horas	64
Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático	Horas	88
Análisis Gráfico	Horas	128
Implementación del prototipo	Horas	360
Análisis de resultados	Horas	24
Documentación	Horas	54

Nota: Para la fase de documentación, que como se puede observar en el diagrama de Gantt de la figura 1 se alarga durante todo el proyecto, se ha considerado una dedicación exclusiva de esta tarea durante 1 hora diaria.

2.2.1.4 Recursos Materiales

Descripción	Unidad de medición	Número de unidades
Encuadernación	Unidades	3
Folios y tinta de impresión	Hojas	200

2.2.2 Cuadro de Precios

2.2.2.1 Recursos Hardware

Descripción	Precio unitario (euros)
Ordenador portátil	600
Impresora	50

2.2.2.2 Recursos Software

Descripción	Precio unitario (euros)
Microsoft Windows 7 versión Home Premium	100
Microsoft Office 2010	250
Microsoft Visual Studio 2010	550
Microsoft SQL Server 2008	0
Tortoise SVN	0
Gantt Project	0
WEKA	0

2.2.2.3 Recursos Humanos

Descripción	Precio unitario (euros)
Estudio situación actual del proyecto	20
Fijación de Objetivos	35
Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático	20
Análisis Gráfico	35
Implementación de prototipos	30
Análisis de resultados	35
Documentación	20

2.2.2.4 Recursos materiales

Descripción	Precio unitario (euros)
Encuadernación	50
Folios y tinta de impresión	0.3

2.2.3 Presupuestos Parciales

2.2.3.1 Recursos Hardware

Descripción	Medición (Unidades)	Precio unitario (euros)	Importe (euros)
Ordenador portátil	1	600	600
Impresora	1	50	50
			650

2.2.3.2 Recursos Software

Descripción	Medición (Unidades)	Precio unitario (euros)	Importe (euros)
Microsoft Windows 7 versión Home Premium	1	100	100
Microsoft Office 2010	1	250	250
Microsoft Visual Studio 2010	1	550	550
Microsoft SQL Server 2008	1	0	0
Tortoise SVN	1	0	0

Gantt Project	1	0	0
WEKA	1	0	0
			900

2.2.3.3 Recursos Humanos

Descripción	Medición (horas)	Precio por hora(euros)	Importe (euros)
Estudio situación actual del proyecto	56	20	1120
Fijación de Objetivos	64	35	2240
Elaboración del algoritmo de aprendizaje automático	88	20	1760
Análisis Gráfico	128	35	4480
Implementación de prototipos	360	30	10800
Análisis de resultados	24	35	840
Documentación	54	20	1080
			22320

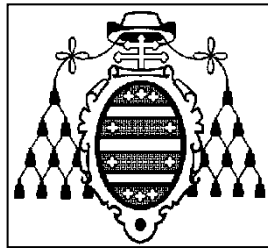
2.2.3.4 Recursos materiales

Descripción	Medición (Unidades)	Precio unitario (euros)	Importe (euros)
Encuadernación	3	50	150
Folios, tinta de impresión	200	0.3	60
			210

2.2.4 Presupuesto Total

	Importe (euros)
Hardware	650
Software	900
Humanos	22320
Materiales	210
Precio neto	24080
IVA (21%)	5086,8
PRECIO TOTAL	29136,8

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis del tiempo de inactividad para la
gestión energética de flotas de PCs**

DOCUMENTO N° III

RECOPIACIÓN DE ANTECEDENTES

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Índice

1	Situación de partida (BaseLine)	5
2	Análisis de los Proveedores de soluciones de gestión energética para PCs	9
2.1	1E	9
2.2	Verdiem.....	14
2.3	Verismic	18
2.4	AVOB	21
2.5	Faronics Power Save	27
2.6	Tabla Comparativa entre los diferentes sistemas actuales	34
3	Temáticas Actuales.....	36
4	Mejoras	37

Lista de Figuras

FIGURA 1: CONSUMO POR COMPONENTE EN UNA PLACA BASE CON UN PROCESADOR DUAL TÍPICO 2U DE 450W. FUENTE: INTEL.....	6
FIGURA 2: DETALLE DE ACTIVIDAD DE UN ORDENADOR DE SOBREMESA.....	7
FIGURA 3: DISTRIBUCIÓN DEL CONSUMO EN UN PC DE SOBREMESA CON UN PROCESADOR INTEL CORE™2 QUAD.....	8
FIGURA 4: INTERFAZ WEB DE WAKEUP	10
FIGURA 5: DISTINTAS INTERFACES DE WAKEUP	11
FIGURA 6: INTERFAZ PRINCIPAL DE NIGHTWATCHMAN.....	12
FIGURA 7: INFORME GENERADO POR NIGHTWATCHMAN.....	13
FIGURA 8: INFORME MÁS COMPLETO GENERADO POR NIGHTWATCHMAN.....	14
FIGURA 9: DASHBOARD VERDIEM	17
FIGURA 10: PANTALLA PRINCIPAL VERDIEM	18
FIGURA 11: INTERFAZ GRÁFICA DE CONFIGURACIÓN DE VERISMIC POWER MANAGER	20
FIGURA 12: APLICACIÓN MOBILE WAKEUPPC	20
FIGURA 13: INFORME GENERADO POR VERISMIC POWER MANAGER	21
FIGURA 14: ENERGY SABER AVOB	25
FIGURA 15: POLÍTICAS ENERGY SABER.....	26
FIGURA 16: PANEL CONTROL ENERGY SABER	26
FIGURA 17: INTERFAZ GRÁFICA DE POWER SAVE PARA LA CONFIGURACIÓN DEL PLAN DE ENERGÍA	29
FIGURA 18: INTERFAZ GRÁFICA DE POWER SAVE PARA EDITAR POLÍTICAS DE ENERGÍA	30
FIGURA 19: INTERFAZ DE POWER SAVE PARA ESPECIFICAR LA RUTA PARA LOS ARCHIVOS GUARDADOS AUTOMÁTICAMENTE	31

FIGURA 20: PANTALLA DE POWER SAVE DONDE INTRODUCIR LOS DATOS PARA UN INFORME32

FIGURA 21: INFORME GENERADO POR POWER SAVE33

1 Situación de partida (BaseLine)

Ordenadores y monitores consumen entre el 40% y el 60% de la energía suministrada a una oficina (ver **Figura 1: Consumo por componente en una placa base con un procesador dual típico 2U de 450W. Fuente: Intel**). En concreto, tras la documentación observada se puede confirmar que:

- El consumo medio de un ordenador de sobremesa requiere entre 36 y 250 W de potencia cuando está **activo**
- El consumo medio de un ordenador de sobremesa requiere entre 1 y 27 W de potencia cuando está **suspendido**.

Este consumo es fácilmente reducible mediante técnicas de gestión de potencia, pues se da el caso de que la mayoría de los ordenadores tienen amplios tiempos de inactividad en los que continúan conectados y funcionando. Si un ordenador no dispone de técnicas de gestión de potencia, en media dedica un 30% de su consumo a periodos de inactividad, y un 40% del consumo se produce fuera del horario de oficina. Estos datos han sido extraídos de un importante estudio sobre cómo y qué cantidad de energía emplean los ordenadores de escritorio en su utilización en el día a día (ver **Figura 2: Detalle de actividad de un ordenador de sobremesa.**). Por lo tanto se ha impuesto la implementación de sistemas eficientes de gestión de potencia que permitan reducir el consumo de un ordenador en función del nivel de actividad que esté realizando.

Pero antes de profundizar en las medidas de reducción de consumo existentes para ordenadores personales es importante realizar un análisis de cómo se distribuye la energía entre los diferentes componentes de un PC. Este análisis no es sencillo, puesto que la energía que requieren ordenadores y monitores depende de dos factores:

- La energía necesaria para que funcione el PC, es decir, la corriente eléctrica que consume.
- El patrón de uso: cómo y cuándo se utiliza el PC.

Por este motivo es muy difícil realizar una comparativa entre los múltiples estudios que se han realizado, tanto por las grandes empresas fabricantes como por centros de investigación trabajando en la mejora de la eficiencia energética. A continuación se recogen algunos datos recientes que se han considerado de interés respecto a los consumos medios y desglose de consumos de ordenadores personales, tanto en equipos de sobremesa como en portátiles.

Análisis del computador personal de sobremesa

Contrariamente a lo que se pudiera pensar, el consumo del microprocesador (auténtico cerebro del ordenador) no es el dominante. Se pierde, en primer lugar, gran cantidad de

energía eléctrica en las conversiones de corriente (AC/DC y DC/DC), resultando la principal fuente de ineficiencia energética, como se ve en **Figura 1: Consumo por componente en una placa base con un procesador dual típico 2U de 450W. Fuente: Intel.** Además, aunque en esta figura no aparece reflejado, la sección de gráficos del ordenador no se queda corta. Tanto las modernas y poderosas tarjetas de gráficos, como los monitores/pantallas LCD se llevan una parte sustancial de la energía que consume un PC.

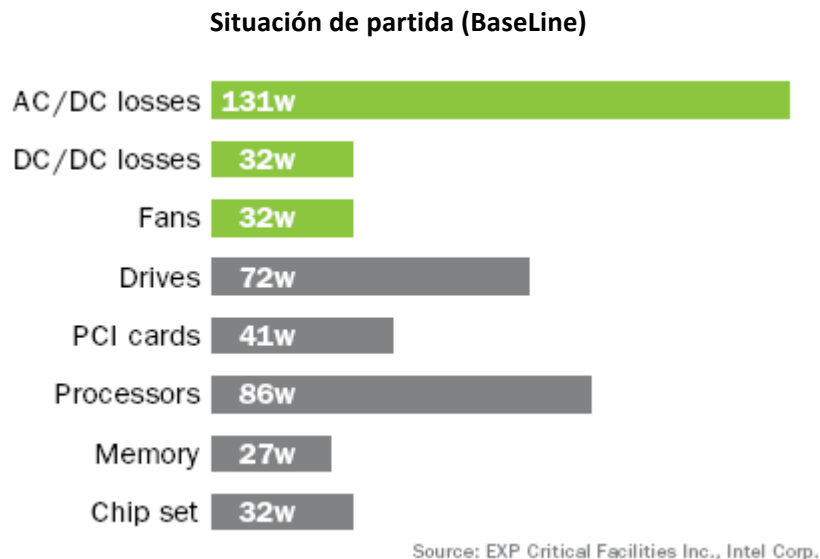


Figura 1: Consumo por componente en una placa base con un procesador dual típico 2U de 450W. Fuente: Intel

Intel ha publicado en el Intel Technology Journal en Noviembre de 2008 un análisis detallado del consumo de la electrónica de un ordenador de sobremesa de última generación (incluyendo procesadores Intel Core™ 2 Duo/Quad). No se utilizó en la configuración del ordenador una tarjeta de gráficos independiente por el elevado consumo de energía que requieren, y porque en la mayoría de los usos de oficina de un PC no es necesaria la potencia de procesamiento de gráficos que presentan estas tarjetas.

Para el estudio se aplicó un nivel de utilización del PC determinando por el modelo EEP (Energy-Efficient Performance) 2.0 Workday (Figura 2). El modelo EEP 2.0 Workday considera jornadas de trabajo de nueve horas ejecutando de forma alternada el benchmark Sysmark 2007 (que incluye periodos de inactividad), y descansos del usuario (algunos de larga duración que llevan al PC al estado de descanso-sleep).

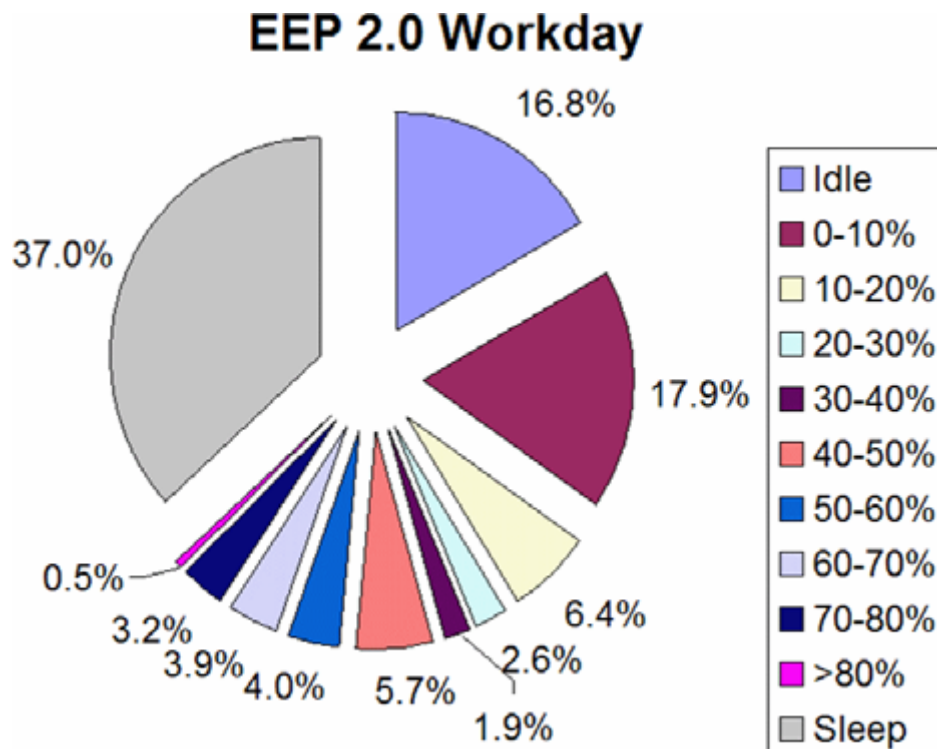


Figura 2: Detalle de actividad de un ordenador de sobremesa.

Siguiendo este estudio se demuestra que durante el 75% del día el ordenador personal está muy cerca de la situación de reposo.

Los resultados de consumo medidos se pueden ver en el gráfico de la **Figura 3: Distribución del consumo en un PC de sobremesa con un procesador Intel Core™2 Quad..** Se puede observar cómo las pérdidas de conversión son la principal fuente de consumo (29%), seguidas por los principales componentes del sistema: microprocesador (18%), controlador de gráficos y memoria, GMCH, (13%), y discos duros SATA (11%). Si se suma el consumo de todos los componentes electrónicos no se llega al 40%.

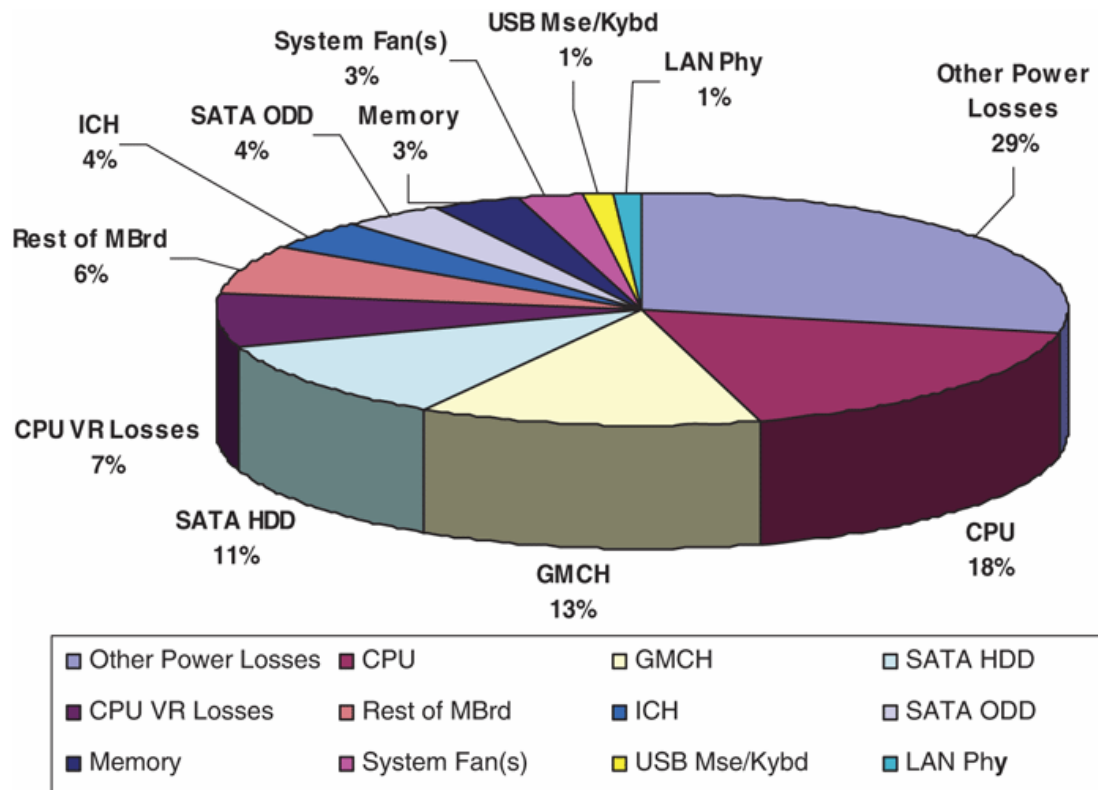


Figura 3: Distribución del consumo en un PC de sobremesa con un procesador Intel Core™2 Quad.

2 Análisis de los Proveedores de soluciones de gestión energética para PCs

En esta sección se enumeran las principales empresas que lideran el mercado de soluciones PCPM (PC Power Management).

2.1 1E

Empresa líder del mercado de soluciones PCPM que comercializa la solución denominada *NightWatchman* ® *Enterprise* [6].

Incluye la tecnología *Advanced Sleepless Client Detection*, según su material promocional: “es un conjunto de funcionalidades robustas cuya amplitud y nivel de detalle permite evitar el problema de insomnio en PCs. Genera informes sobre procesos que impiden que los PCs pasen al estado *sleep*, tales como software anti-virus o protectores de pantalla, permitiendo a los administradores controlarlos manualmente”.

Es una de las pocas soluciones líderes en el mercado PCPM que genera informes sobre otros problemas que pueden impedir un apagado planificado, tales como ratones o teclados defectuosos que generan una aparente actividad de usuario, drivers incorrectos, picos de actividad de CPU y procesos maliciosos que activan flags del sistema operativo por motivos no válidos. Ejemplos de este tipo de procesos pueden ser drivers de red que mantienen máquinas despiertas, o casos en los que tras reproducir algún contenido multimedia y cerrar el reproductor el sistema operativo siga generando actividad.

La solución también incluye opciones adicionales de gestión tales como gestión de parches de mantenimiento, monitorización de la integridad del PC (*PC health monitoring*) y reparación automatizada (*automated remediation*).

Una de las fortalezas de *NightWatchman* ® *Enterprise* es que permite determinar automáticamente una línea base de consumo antes del despliegue definitivo. Esto permite una medición más precisa del ahorro energético al estar basada en el comportamiento actual y no en supuestos.

Incorpora recuperación automática de documentos para todas las aplicaciones de la familia *Windows*, así como para *IBM Lotus Notes* y *Lotus 1-2-3*. Los administradores de TI pueden añadir a la lista blanca aplicaciones de desarrollo interno y aplicar scripts que permitan recuperar automáticamente otras aplicaciones.

Otra de sus fortalezas es proporciona cerca de una docena de cuadros de mando (*dashboards*) de fácil uso tanto para administradores de TI como para los usuarios finales, así como para

perfiles directivos. Entre estos dashboards se incluye un widget orientado al usuario final que muestra la energía consumida y ahorrada en dólares, vatios y CO₂. Los administradores pueden personalizar los dashboards y tener diferentes versiones con diferente apariencia y funcionalidades.

Destaca también la funcionalidad de gestión remota, que incluye acceso a máquinas por medio de la tecnología *Remote Desktop Protocol* de Microsoft, a través de un portal web o desde dispositivos móviles, permitiendo al usuario final despertar automáticamente su PC antes de establecer la conexión.

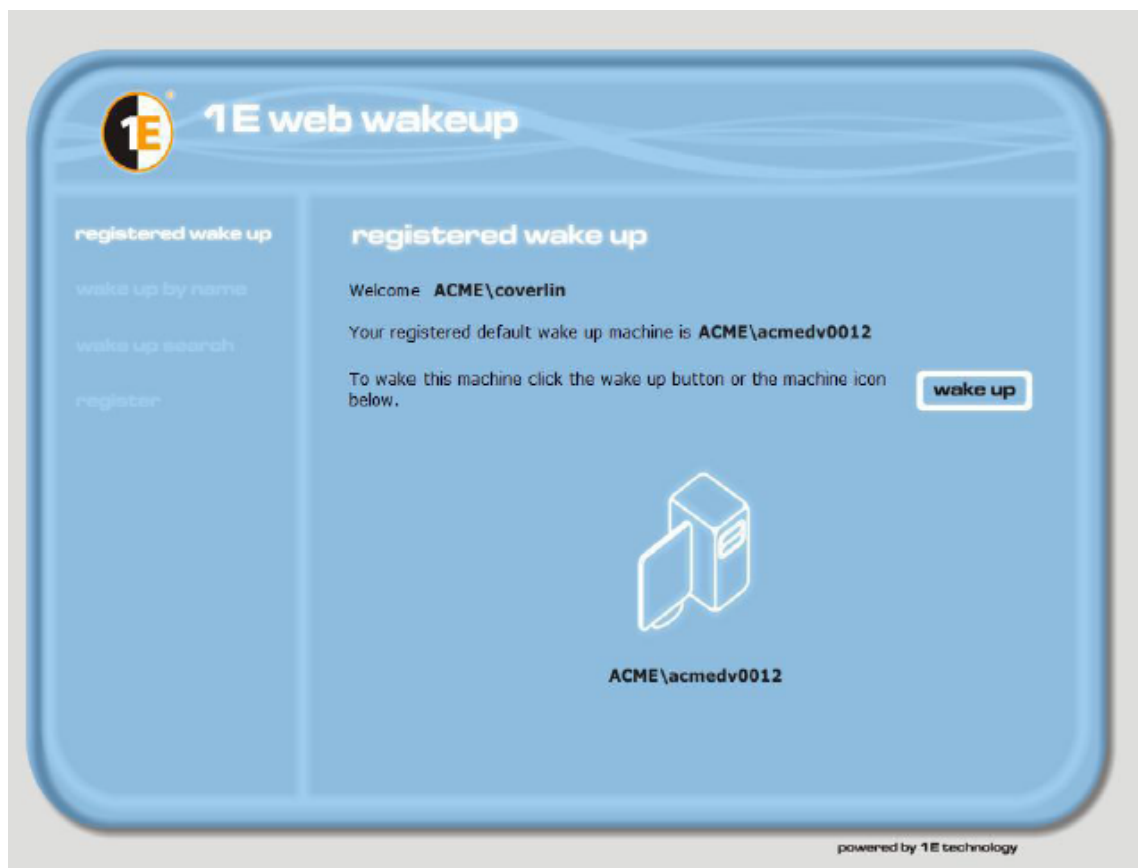


Figura 4: Interfaz web de WakeUp

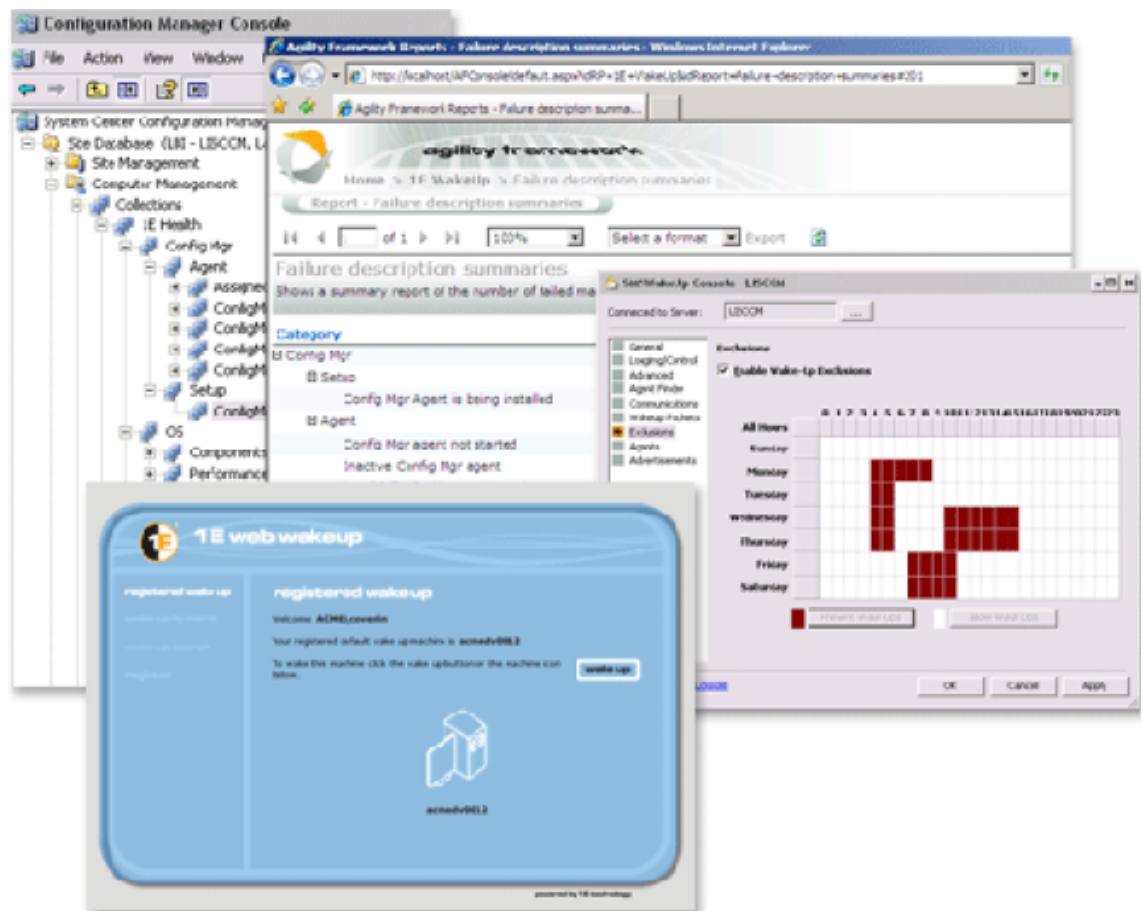


Figura 5: Distintas interfaces de WakeUp



Figura 6: Interfaz principal de NightWatchman

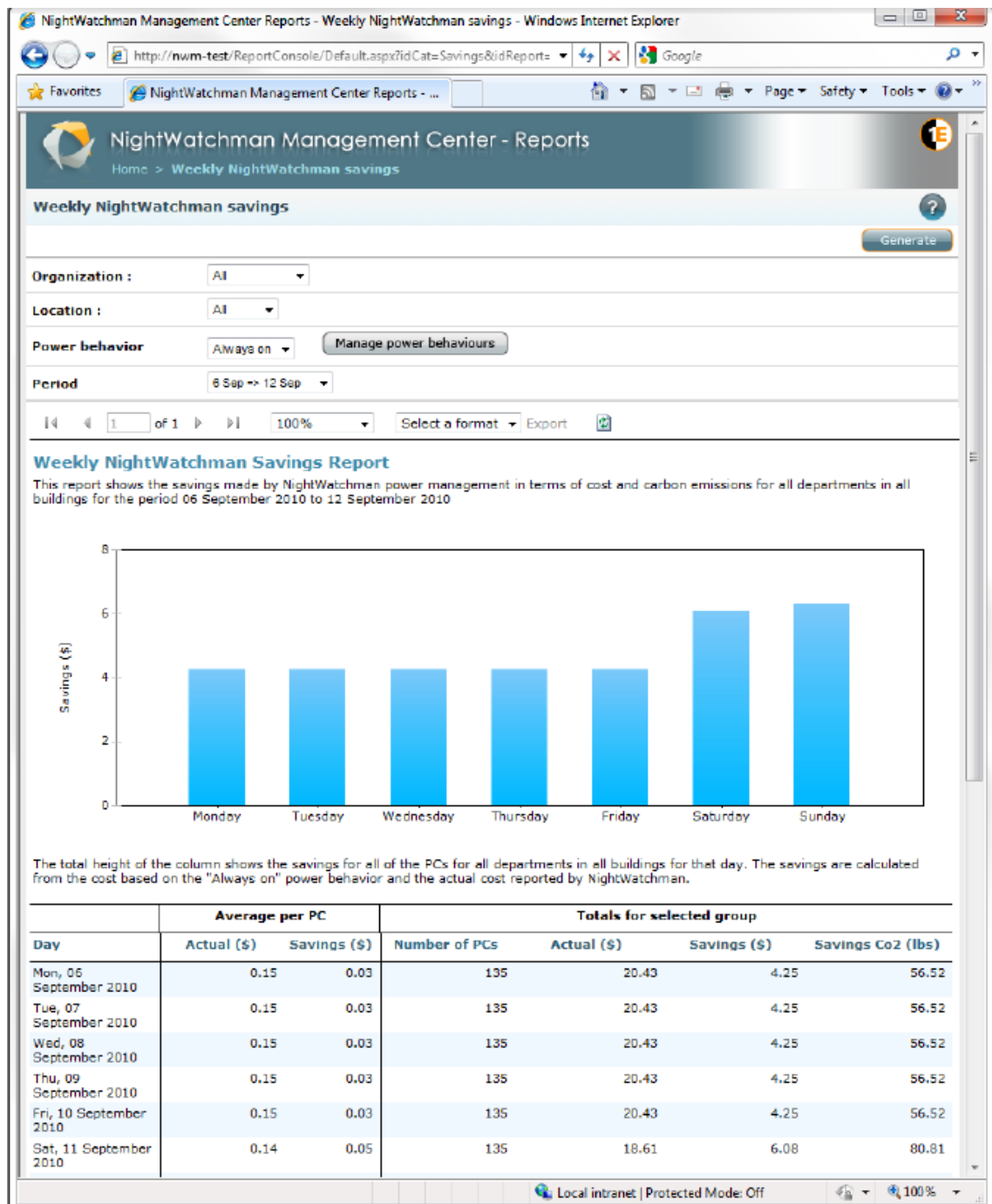


Figura 7: Informe generado por NightWatchman

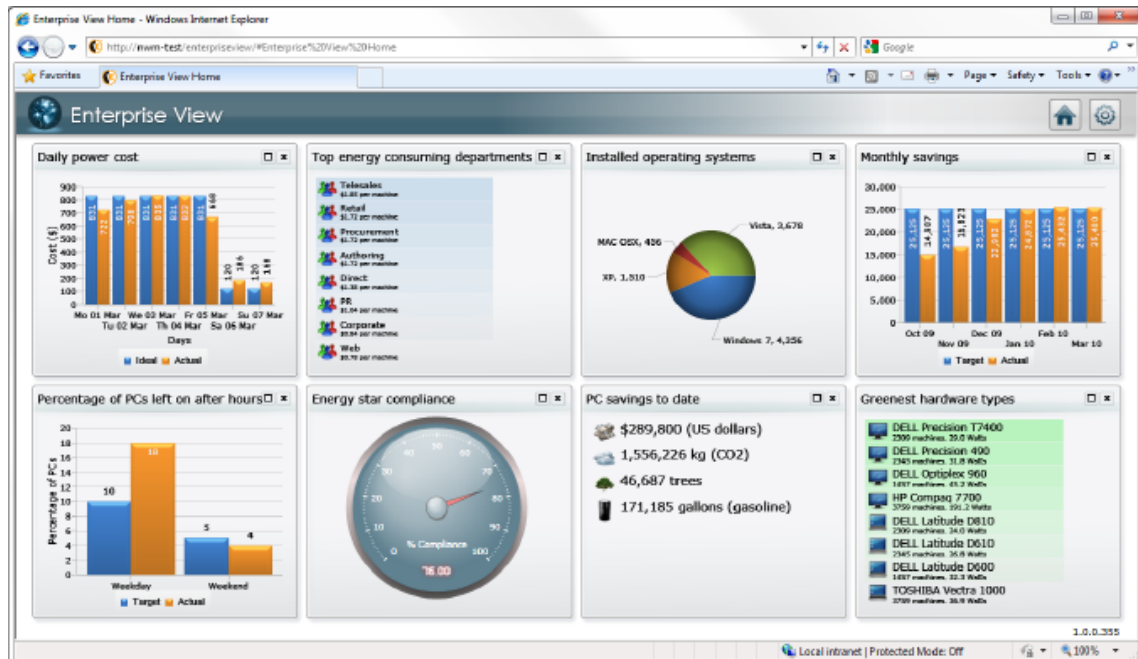


Figura 8: Informe más completo generado por NightWatchman

2.2 Verdiem

Esta empresa comercializa la solución *Verdiem Surveyor* [7], enfocada a facilitar la medición del consumo de TI, permitir la aplicación de políticas que aumenten la eficiencia energética y a favorecer la optimización del ahorro en energía y costes. Los principales aspectos cubiertos por esta solución se detallan a continuación.

Análisis de uso

La solución permite la creación de líneas de base, que constituyen el primer paso para establecer medidas sobre el consumo energético de flotas de PCs, antes de proceder a la aplicación de políticas de ahorro de energía.

Incorpora la funcionalidad de descubrimiento y organización automática de dispositivos a medida que estos se conectan a la red corporativa, basada en un motor de reglas que permite agrupación basada en información de *Active Directory*, IP/subred, sistema operativo y otros. Esto reduce en general la sobrecarga de labores de gestión.

La solución captura información precisa sobre la actividad en dispositivos mediante la detección de clics de ratón y pulsaciones de teclado. Con esta información sobre la actividad de usuario es posible crear perfiles de diferentes tipos de trabajadores en una organización. Basándose en dichos perfiles, los administradores de TI pueden establecer políticas de gestión energética más adecuadas que permitan equilibrar patrones de trabajo con ahorro energético.

Los patrones de trabajo y las horas laborables son variables en la mayoría de las organizaciones, especialmente de un departamento o localización a otra. *Surveyor* ofrece flexibilidad para crear políticas que se acomoden a necesidades específicas en lugar de trabajar con un enfoque de una política única y global.

Incluye una base de datos con información específica sobre el consumo de distintos tipos de dispositivos, siendo posible actualizarla y personalizarla con información adicional.

El coste de la energía varía de una localización a otra, pero también entre estaciones o incluso entre horas. En algunas localizaciones, el tiempo de uso (TOU) de las tarifas energéticas puede llegar a variar docenas de veces al día. *Surveyor* permite capturar información sobre el coste de la energía a lo largo del tiempo y sobre múltiples divisas para reflejar con precisión los gastos y ahorros en energía en cada localización. Adicionalmente es posible analizar el consumo global de energía de una organización, traducido y reportado en una divisa concreta, simplificando el proceso de trazar el ahorro en costes y el gasto energético en la empresa.

Aplicación de políticas

La solución habilita a los administradores de TI la gestión centralizada de políticas energéticas y el manejo de excepciones sobre las mismas. Es posible gestionar desde una única ubicación toda la flota de PCs, una amplia variedad de dispositivos de red y otros muchos tipos de dispositivos. Es posible crear perfiles inteligentes basados en el uso actual de los dispositivos. Se pueden crear cualquier número de políticas para satisfacer las necesidades más complejas de una organización e incluso es posible definir grupos de excepción para aquellos dispositivos que por su criticidad no pueden ser apagados o suspendidos.

Surveyor permite la detección y agrupación automática de dispositivos a medida que estos son añadidos a la red corporativa, simplificando la asignación de políticas.

Verdiem incorpora en esta solución soporte *Wake-on-LAN* y extiende esta funcionalidad con su tecnología patentada *Wake-on-WAN*. Funciona sobre cualquier topología de red y sobre cualquier número de subredes. Este enfoque no es intrusivo (*network friendly*) y requiere administración mínima.

La solución admite integración con otras herramientas de gestión del ciclo de vida del cliente (*client lifecycle management*) tales como *Microsoft System Center*.

En la mayoría de las organizaciones se observa un porcentaje significativo de PCs que no cambian adecuadamente entre estados de ahorro energético, como por ejemplo que los PCs no pasen al estado *sleep* (*insomnia*) o que no despierten adecuadamente desde el estado anterior (*narcolepsy*). *Surveyor* corrige los problemas anteriores. En el caso del insomnio, *Surveyor* complementa al temporizador de *Windows*, monitorizando la CPU, los discos y la utilización

de red para identificar actividad de usuario. Con la tecnología *Wake-on-WAN* es posible despertar todos los PCs dormidos de modo consistente.

Al mismo tiempo que se aplican políticas es crítico que no se pierda el trabajo de los usuarios. *Surveyor* cierra aplicaciones cuidadosamente, protegiendo documentos no guardados. También proporciona reglas para aplicaciones estándar tales como *Word* y ofrece la flexibilidad de crear reglas personalizadas. También proporciona soporte para el manejo de excepciones automatizado.

Con la funcionalidad *Wake for Remote Access*, se posibilita que los usuarios puedan acceder a su PC de oficina remotamente desde cualquier ordenador con conexión a Internet.

Para muchas organizaciones, especialmente las que están muy distribuidas, es esencial que exista la posibilidad de asignar roles específicos a distintos miembros del equipo de TI por razones administrativas y de seguridad. *Surveyor* soporta la creación de diferentes roles administrativos con conjuntos específicos de permisos. Estos roles pueden ser globales permitiendo gestionar funcionalidades concretas a lo largo de toda la infraestructura. También es posible crear roles solamente con permisos a nivel de grupo.

Optimización del ahorro

Tras la obtención de la línea base de uso energético y aplicar en un segundo paso las políticas de ahorro energético, es posible determinar qué políticas son más efectivas. Para simplificar las labores administrativas es posible compartir políticas entre grupos distintos de forma sencilla.

Gracias a la alta precisión de los motores de análisis de actividad de dispositivos y de inteligencia de negocio es posible generar informes que reflejen los dispositivos con baja utilización. De esta manera es posible tomar decisiones sobre dispositivos con menos de un 15% (valor dado por la organización) de actividad diaria o particionar la información por departamento, sede o cualquiera otro criterio. Con este conocimiento es posible optimizar el presupuesto de TI ya sea eliminando el dispositivo, consolidándolo o sustituyéndolo por otro dispositivo de menor consumo energético.

Surveyor identifica dispositivos mal configurados y puede corregir problemas automáticamente mediante la aplicación de políticas de gestión. Adicionalmente, puede proporcionar asistencia sobre problemas generales de conexión a la red. Cuando algún PC no establece conexión correctamente con el servidor de *Surveyor*, el equipo de TI puede marcar esos dispositivos y comenzar a identificar el problema existente en ese PC o dispositivo de red.

Los informes de *cuadros de mando* de la solución permiten identificar de forma rápida y precisa el ahorro en costes derivado del uso de *Surveyor*. Estos *dashboards* pueden ser

compartidos fácilmente e incluso ser enviados por correo electrónico en formato PDF a los gestores o directivos de la empresa de forma periódica.

Las figuras 9 y 10 muestran de forma gráfica la aplicación tratada.



Figura 9: Dashboard Verdium

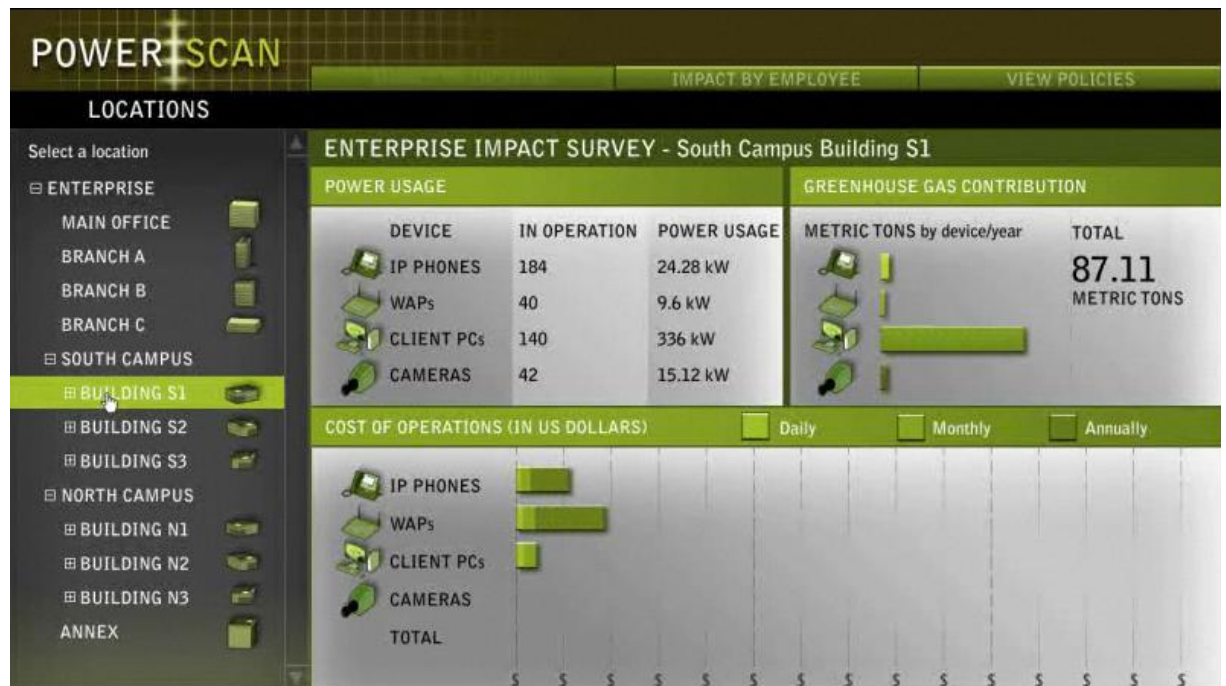


Figura 10: Pantalla Principal Verdiem

2.3 Verismic

Verismic comercializa la solución *Verismic Power Manager* [8], enfocada a proporcionar a los administradores de TI la mejor usabilidad posible por medio de su consola de gestión avanzada, al mismo tiempo que proporciona el entorno y conocimiento necesarios para la toma de decisiones que sobre gestión e implementación de políticas de ahorro de energía aplicables al parque de PCs de la empresa.

Un claro ejemplo de ello es la habilidad de identificar y mantener políticas dinámicamente en función de la presencia de un elemento software en un dispositivo. Ejemplo: la política A se aplica cuando se instala dicho software y cuando se desinstala se dispositivo se aplica otra política B.

Gestión de cobertura de agentes

La solución es capaz de identificar si es necesario desplegar su agente en dispositivos no administrados (*unmanaged devices*) en el entorno corporativo. Esto asegura que se dispone de toda la información necesaria para identificar fácilmente qué dispositivos no tienen instalado el agente y poder así dar los pasos para tratar esa situación.

Uno de los mayores desafíos para todas las soluciones basadas en agentes es conseguir y mantener la posibilidad de expresar la cobertura del agente en el entorno corporativo como un porcentaje de equipos que están siendo administrados. *Verismic Power Manager* permite conseguir y mantener la cobertura del agente mediante la aplicación de procesos lógicos con un esfuerzo mínimo (solamente mantenimiento), proporcionando las herramientas necesarias para conseguir este objetivo.

Inventario software basado en consultas

Es posible definir y aplicar consultas basadas en la presencias de software instalado en un dispositivo. Esto permite aplicar políticas dinámicamente en dispositivos tanto si tienen o no instalado algún elemento de software.

Operación por consola mejorada

La gestión por consola y las técnicas de generación de informes se benefician de la flexibilidad que supone la posibilidad de definir y aplicar conjuntos de columnas basados en roles o en necesidades específicas. Los administradores pueden configurar conjuntos de columnas que afectan a todos los usuarios o permitir que cada usuario personalice su propio conjunto.

La solución permite realizar consultas incluyendo criterios de agrupación y trabajar de forma conjunta con las funcionalidades *Agent Coverage Management* para aplicar las consultas en sitios específicos.

Archivado automático de dispositivos

Es necesario tener permisos de administración para desinstalar el agente en un dispositivo administrado, pero existen muchos escenarios en los que un administrador necesitará hacer esto precisamente, dejando al dispositivo en estado no administrado.

Es posible re-instalar el agente de forma proactiva, pero adicionalmente la solución incorpora un proceso en donde la desinstalación del agente producirá que se envíe una notificación al servidor de la solución, llevando a cabo las siguientes acciones:

- Archivado automático del dispositivo: los dispositivos en los que el agente haya sido desinstalado serán restringidos para impedir que afecten negativamente el ahorro a nivel corporativo.
- Marcar los dispositivos en situación ‘agente desinstalado’ los administradores puedan consultarlos y tomar las medidas necesarias.

Funcionalidad *Power Tray*

Esta funcionalidad consiste en un conjunto de dashboards y widgets que informan al usuario final de los resultados directos de su actividad y los beneficios que suponen su esfuerzo en lo referente al ahorro energético, siendo una experiencia positiva de cara a fomentar y mantener la involucración de los usuarios.

Agente autónomo

Se trata de un agente que incorpora gran parte de la funcionalidad del agente administrado y que permite a los usuarios implementar todas las políticas de ahorro energético aplicadas en su PC de oficina en el PC de su hogar. Esto supone la posibilidad de seguir aplicando políticas de consumo energético incluso cuando el trabajo no se realiza en las instalaciones de la empresa.

Instalación simplificada

El software de instalación carece de pre-requisitos estrictos que suelen dificultar el proceso de instalación en entornos con diversos sistemas operativos y heterogeneidad de prestaciones hardware.

Modalidad *Hosted*

Verismic ofrece la posibilidad de proporcionar el servicio de gestión energética de infraestructuras TI desde la nube, suponiendo coste cero en cuanto a inversión en infraestructura necesaria para desplegar la solución *Power Manager*.

Las figuras 11, 12 y 13 muestran de forma gráfica la aplicación tratada.

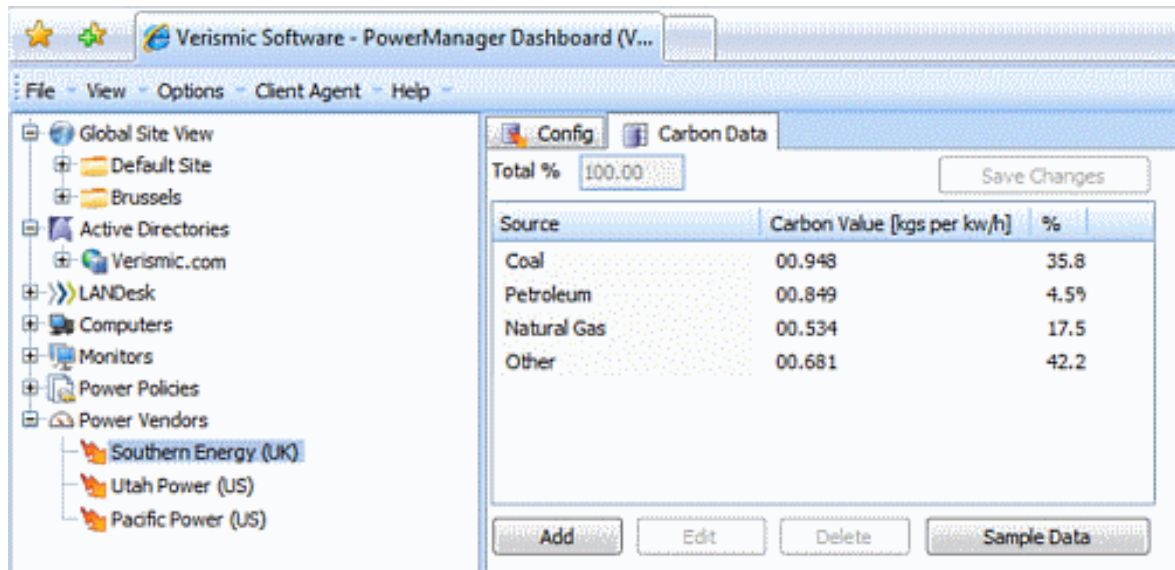


Figura 11: Interfaz gráfica de configuración de Verismic Power Manager

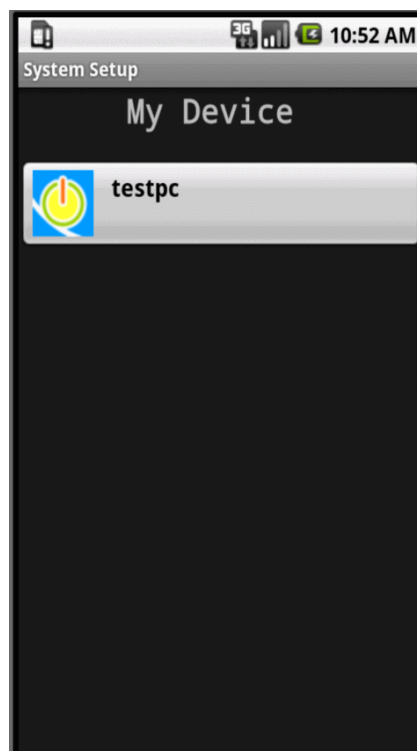


Figura 12: Aplicación Mobile WakeUpPC

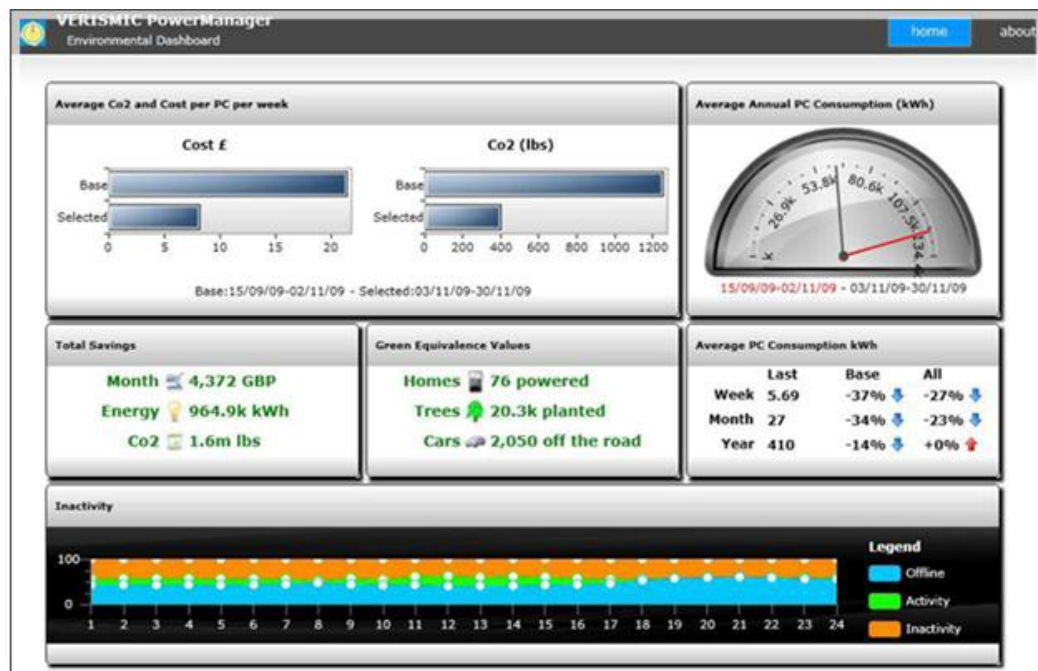


Figura 13: Informe generado por Verismic Power Manager

2.4 AVOB

La solución *AVOB Energy Saber* [9] tiene como fin reducir el consumo energético de flotas de PCs de redes corporativas bajo cualquier tipo de arquitectura de red, incluyendo las más descentralizadas.

Energy Saver proporciona un interfaz gráfico avanzado que simplifica la configuración de políticas y planes que resulten más adecuados para las necesidades de los usuarios de la red corporativa, sin producir impacto en su productividad.

El ahorro conseguido por los clientes que utilizan *Energy Saver* se estima entre 20\$ y 70\$ por PC y año, con un retorno de la inversión (ROI) de unos 3 meses.

La tecnología *AVOB Smart Sleep*™ permite definir perfiles de sueño para PCs, complementando las funcionalidades de *Microsoft Windows* mediante la gestión de procesos bloqueantes que impiden que los PCs pasen a estados de ahorro energético. Adicionalmente identifica las aplicaciones críticas que requieren que los PCs estén en estado activo.

La mayoría de aplicaciones ofimáticas requieren una pequeña fracción de capacidad de procesamiento de CPU, sin embargo los procesadores trabajan a plena capacidad todo el tiempo. La tecnología *AVOB Efficient Power*™ regula el consumo energético del procesador en tiempo real para que se adapte a la demanda de las aplicaciones en uso. Esto se traduce en un substancial ahorro de costes principalmente en periodos donde las tarifas energéticas son elevadas.

La tecnología de esta solución permite despertar PCs de forma confiable y segura. Los PCs de la red corporativa salen del estado de suspensión para realizar procesos de actualización en horario nocturno y una vez terminado dicho proceso vuelven al estado de suspensión hasta que llegue el instante de volver a despertarse justo antes de que los usuarios lleguen por la mañana a la oficina.

Esto permite realizar tareas intensivas en computación fuera de horario de oficina tales como la instalación de actualizaciones de seguridad, de manera que no se produzca impacto en la productividad de los usuarios.

La solución dispone de una herramienta de monitorización en la nube con un amplio conjunto de indicadores y un mecanismo automatizado de generación de informes, que facilitan el seguimiento y comparación del consumo energético y el retorno de la inversión. El dashboard web permite visualizar el consumo en tiempo real y el ahorro en cada equipo.

La arquitectura de la solución se basa en la instalación de un agente en cada equipo. Este enfoque permite realizar una evaluación precisa de las necesidades reales de los usuarios así como informar del consumo energético al mismo tiempo sin introducir sobrecarga en la red. Esta tecnología permite erradicar el problema del insomnio en PCs maximizando las tasas de recuperación de equipos desde el estado de suspensión, permitiendo controlar en tiempo real la energía consumida.

Smart Sleep

- Permite seleccionar el tipo de suspensión (*standby clásico* o *hibernación*) y configurar los tiempos de suspensión del equipo, la pantalla y los discos duros.
- Posibilita el paso al estado de suspensión de forma instantánea o mediante una planificación temporal.
- No produce impacto alguno en los datos o en la actividad actual de los usuarios.
- Soluciona el problema del insomnio en PCs. Se fuerza el estado *standby* cuando el usuario está inactivo e ignora los procesos bloqueantes que impiden que el PC pase al estado de suspensión.
- Permite definir un listado de procesos que requieren que el equipo permanezca activo a pesar de la inactividad del usuario (escaneo de antivirus, transferencia de datos, cálculos en *Microsoft Excel* o *Access*,...).

Wake up

- Permite eludir los routers que bloquean tráfico Wake-on-LAN.
- Facilita la configuración de estaciones de trabajo (primarios y de respaldo) para transmitir las órdenes de activación/suspensión a los PCs, mejorando la fiabilidad.

- Posibilita la activación de equipos de forma instantánea o planificada (por medio del planificador de tareas del sistema operativo, sin necesidad de utilizar la red).
- Permite la programar la activación de equipos para realizar actualizaciones.
- Los equipos vuelven al estado de suspensión tras una actualización.
- Los equipos se despiertan justo antes de que los usuarios lleguen a la oficina.

Regulación del procesador en tiempo real

- Regulación automática e instantánea de la capacidad de procesamiento del procesador de acuerdo a las necesidades del usuario (tecnología única en el mercado).
- Complementa la funcionalidad de suspensión energética del sistema operativo durante el horario de oficina sin producir impacto en la productividad de los usuarios (algoritmo predictivo transparente para el usuario).
- Permite ahorrar costes cuando el coste de la electricidad es mayor (tarifa diurna).

Wake-on-Web

- Los usuarios que necesitan acceso remoto desde fuera de la oficina pueden despertar sus PCs utilizando esta funcionalidad, la cual se puede integrar en la intranet corporativa.
- Los administradores simplemente necesitan asignar permisos para los usuarios y las máquinas.

Gestión de usuarios

- Autenticación segura de usuarios.
- Sin límite de usuarios.
- Gestión simplificada de roles y privilegios.
- Permite asociar secciones o partes de la red (sitio, grupo, servicio,...) a grupos de usuarios para controlar su campo de acción.
- Integración con Directorio Activo.

Gestión energética de la red

- Gestión de múltiples sitios, LANs y VLANs por medio de una aplicación proxy: gestión de tarifas energéticas por localización, balanceo de carga en la red, consolidación de datos desde un interfaz centralizado.
- Autodetección y autoconfiguración de equipos de la red en grupos de trabajo.
- Integración simplificada con Directorio Activo/LDAP.
- Reorganización sobre la marcha de equipos de trabajo.
- Aplicación de políticas energéticas a diferentes niveles (empresa, grupo, equipo).
- Comunicaciones seguras (autenticación, integridad de la información).

- Acceso remoto seguro.

Planificación

- Distribución de las configuraciones energéticas durante la semana en slots de 30 minutos.
- Permite aplicar con exactitud las políticas para el horario diurno, nocturno fines de semana y vacaciones.
- Sin límite para el número de planificaciones posibles.
- Planificaciones preconfiguradas acordes con las necesidades de negocio.
- Se complementa fácilmente con herramientas de mantenimiento y seguridad.

Cuadro de mandos web

- Permite visualizar el ahorro energético a nivel de equipo, grupo y empresa.
- Alta granularidad: vista temporal (año, cuatrimestre o semana), por grupo (geográfico, negocio, empresa,..., VLAN) o por tipo de equipamiento.
- Visualización del ahorro en euros/dólares/libras, kWh y CO₂.
- Resúmenes de las políticas implementadas.
- Trazabilidad en tiempo real del consumo energético de la empresa.
- Generación automatizada de informes.

Seguridad y calidad de servicio

- Permite extender el tiempo de vida de la batería de equipos portátiles.
- Reduce el tiempo de arranque de los PCs.
- Salvaguarda de datos (los archivos compartidos en red se guardan antes de la suspensión de los equipos).
- Permite extender el tiempo de vida útil de los PCs.
- Compatibilidad con todo tipo de negocios, incluyendo compañías con muchos sitios (el componente proxy por software permite adaptarse a cualquier topología o arquitectura).
- Uso de los protocolos HTTP y HTTPS.

Las figuras 14, 15 y 16 muestran de forma gráfica la aplicación tratada.

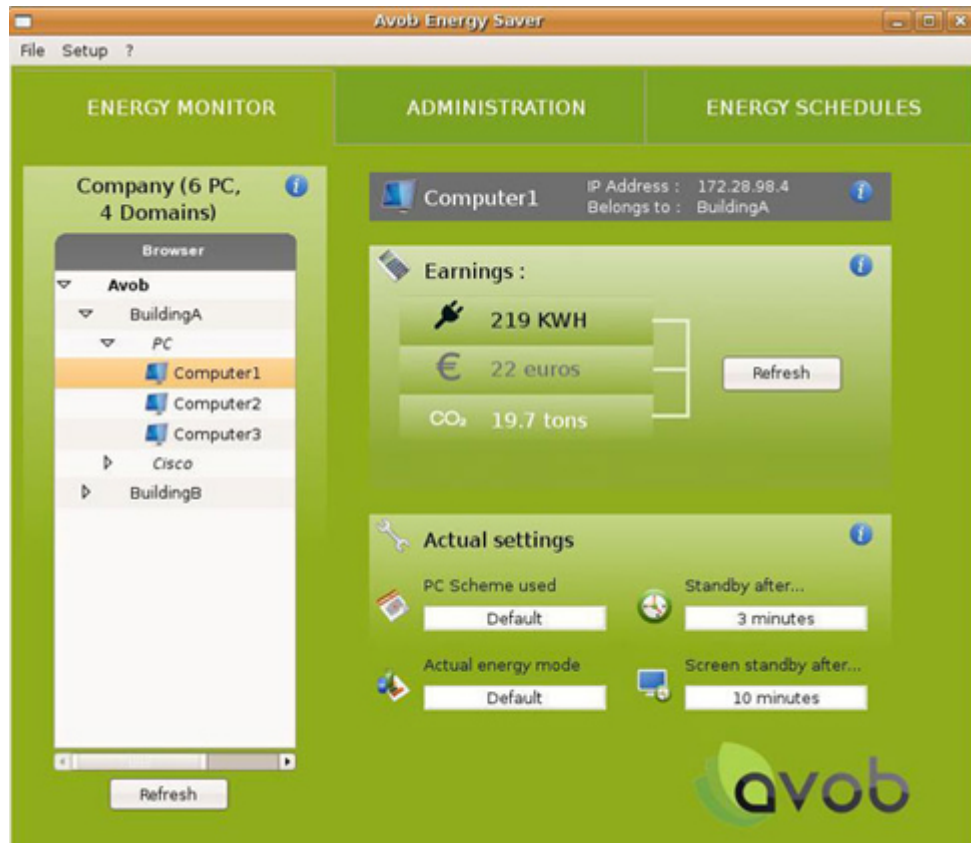


Figura 14: Energy Saber Avob

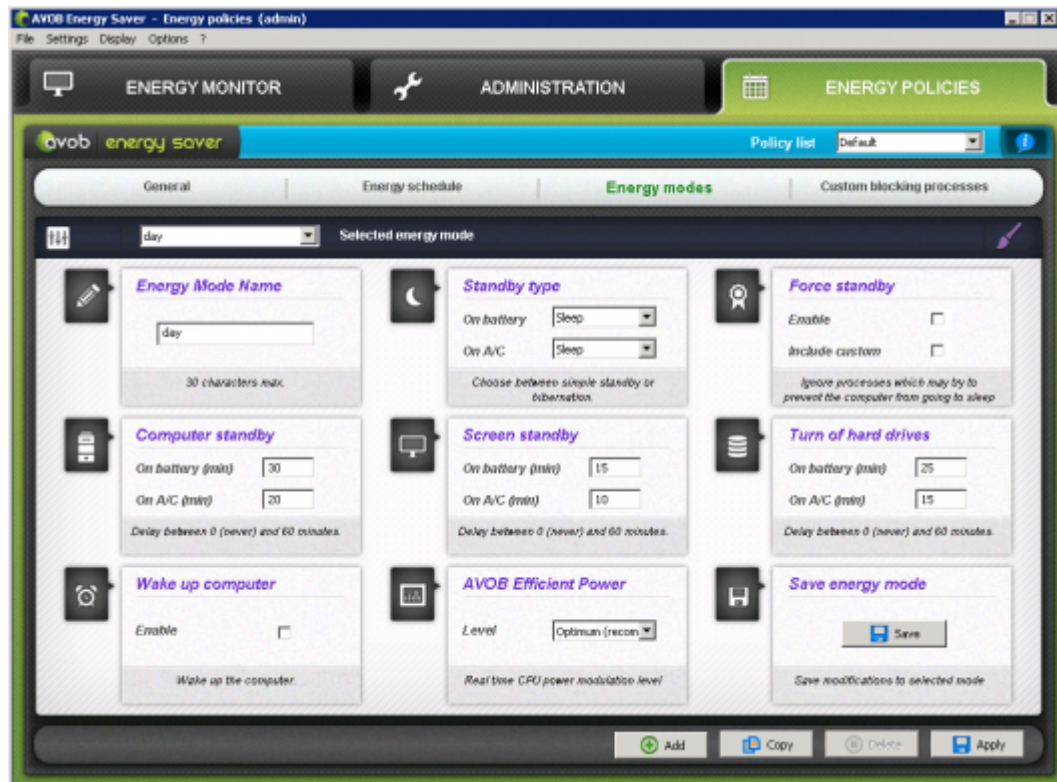


Figura 15: Políticas Energy Saber



Figura 16: Panel Control Energy Saber

2.5 Faronics Power Save [10]

Es otra de las aplicaciones más importantes del mercado en el campo de la gestión de energía de los computadores y, según su material promocional, tiene las siguientes características:

- Todas las acciones de configuración se realizan desde una aplicación de escritorio.
- Para establecer cuándo una estación de trabajo se encuentra inactiva se basan en el uso del teclado y del ratón, además de uno de los siguientes parámetros.
 - Utilización del disco: Se marca un nivel, si el uso es menor de dicho nivel la estación de trabajo se considerará inactiva.
 - Utilización de CPU: Lo mismo que con el disco, se marca un nivel y cuando el uso de la CPU sea inferior a dicho nivel la estación de trabajo se considerará inactiva.
 - Actividad en la red: De nuevo se marca un nivel de actividad y se comprueba si el uso de la red está por encima o por debajo de ese nivel.
 - Aplicaciones corriendo: El usuario define una lista de aplicaciones; si ninguna aplicación de la lista está corriendo, la estación de trabajo se considera como inactiva.
- Las acciones que se pueden elegir para que se realicen cuando una estación de trabajo pasa a estar inactiva son: apagar el monitor, standby, hibernar o apagar.
- Para la configuración del plan de energía (Figura 4 y Figura 5), permite especificar la hora y los días de la semana que queremos que se realice la acción propuesta en la política de energía especificada.
- Existe otra pantalla de configuración (Figura 6) en la cual podemos indicar el tiempo que queremos que pase un PC sin ser usado antes de que se considere como inactivo, considerando solo que tanto el ratón como el teclado no se estén usando. Deja especificar un tiempo en el caso de que el ordenador este alimentado por batería, y otro tiempo diferente en caso de que esté alimentado desde la corriente. Además en esa misma pantalla es donde se debe especificar los niveles de uso del disco, CPU y la actividad de la red que antes habíamos mencionado.
- En otra pantalla de configuración se debe especificar el número de ordenadores que se tengan, los vatios que consumen en standby, así como el número de monitores que se tienen y su consumo. Además se deberá especificar el precio en Kwh. Estos datos son necesarios para que el programa pueda generar los informes.

- El programa guarda todos los documentos que estuvieran abiertos, en el momento del apagado automático, en la localización que se establezca en la estación de trabajo (Figura 7).
- Para acceder remotamente a los PCs y poder despertarlos se proporcionan varias opciones:
 - Por un lado se puede establecer una hora fija a la que se quiera que se encienda el PC.
 - Otra manera es a través de Wake-on-Lan (WOL) mandando por la red un paquete para que despierte al PC.
 - La última forma que ofrece es Wake-on-Lan web, donde los PCs pueden ser despertados remotamente tras acceder con usuario y contraseña a la red corporativa virtual privada (VPN).
- Genera informes sobre los consumos de energía. Una vez elegida la opción generar informes en la consola de usuario, habrá que establecer ciertos parámetros:
 - Nombre del informe.
 - Tipo de informe: Ahorro por perfiles de consumo de energía, ahorro por grupos personalizados de estaciones de trabajo, los 25 mejores ahorros de energía, los 25 peores ahorros de energía.
 - Seleccionar la fecha desde la cual queremos generar el informe y la fecha límite.
 - Seleccionar la hora de inicio y fin, así como los días que se quieran considerar para generar el informe.
 - Permite seleccionar qué datos de los siguientes se quiere que aparezcan en el informe: nombre de la estación de trabajo, dirección IP y dirección MAC.
 - Por último se debe seleccionar el navegador con el que abrir el informe.

Podemos ver la pantalla en la que nos pide algunos datos en la Figura 8.

- Los informes de Power Save pueden ser exportados en diferentes formatos, impresos o enviados por correo electrónico. Podemos ver un ejemplo de informe en la Figura 9.

- Power Save está disponible en inglés, francés, alemán, español, chino y japonés.

Las figuras 17, 18, 19, 20 y 21 muestran de forma gráfica la aplicación tratada.

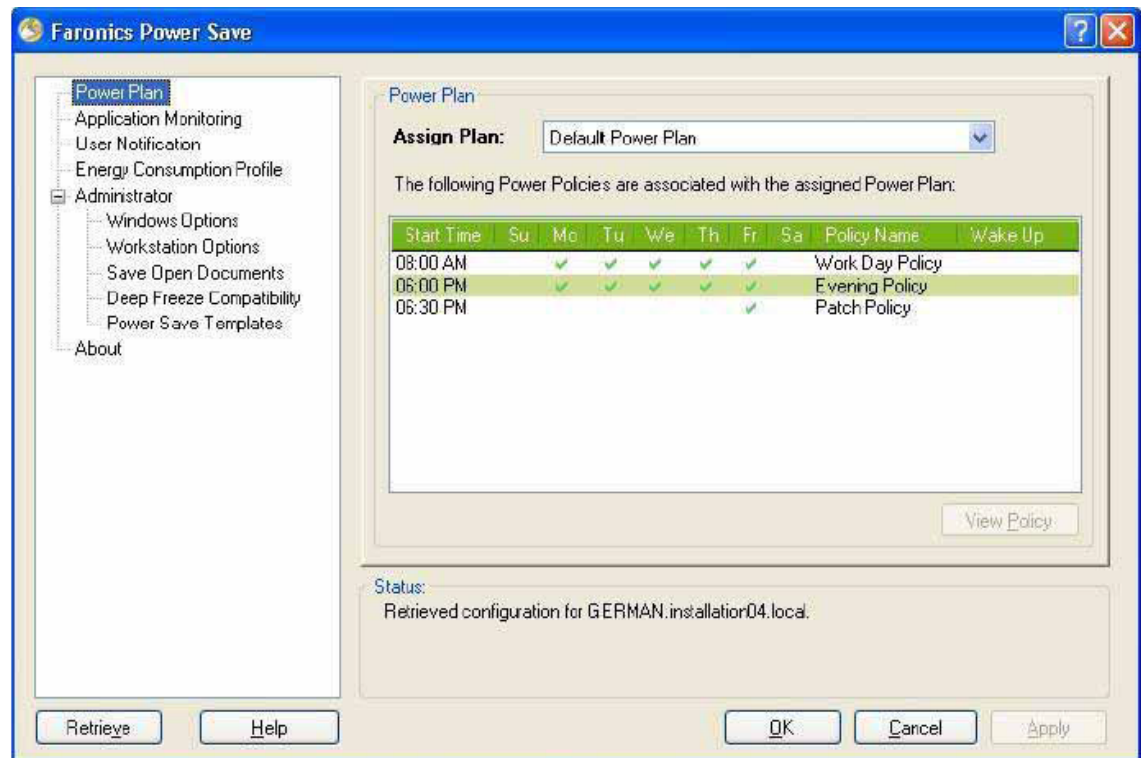


Figura 17: Interfaz gráfica de Power Save para la configuración del plan de energía



Figura 18: Interfaz gráfica de Power Save para editar políticas de energía

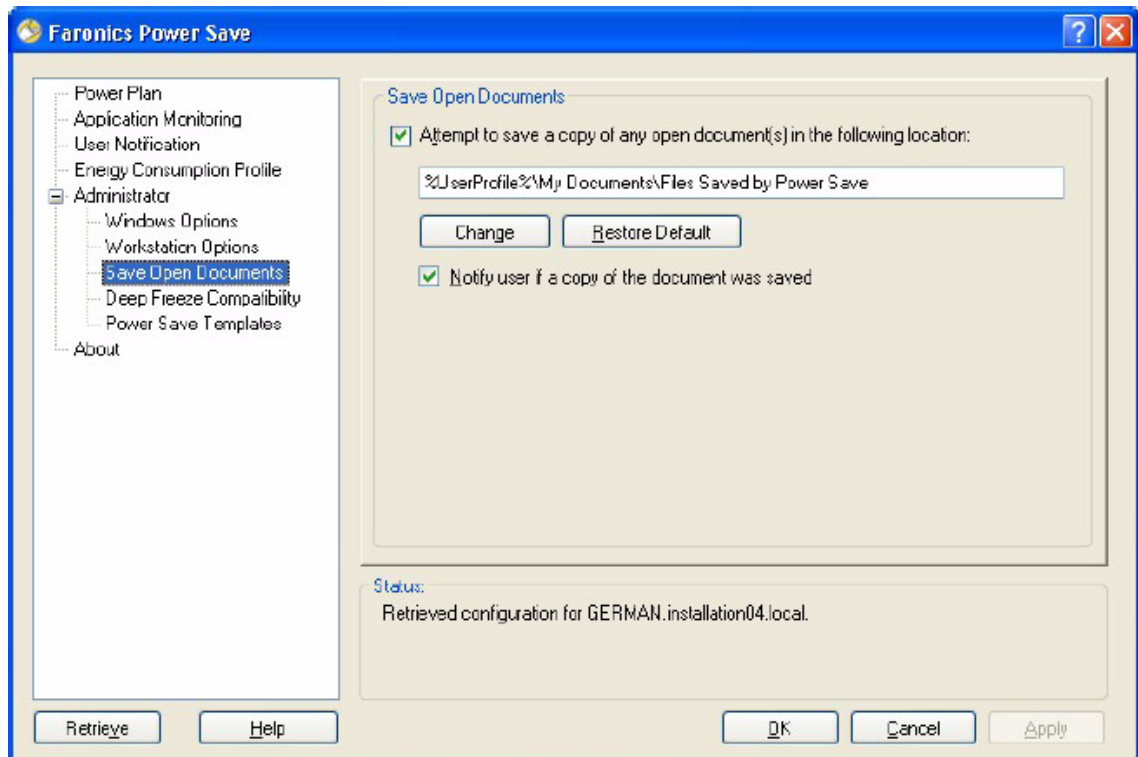


Figura 19: Interfaz de Power Save para especificar la ruta para los archivos guardados automáticamente

Full Operation Report

Today: Thursday, February 11, 2010

Report Name: 2010-02-11 - Full Operation

Report Type: Savings by Energy Consumption Profiles

From: February, 2010

To: February, 2010

☐ Report on events between:

Start Time: 08:00 AM End Time: 05:00 PM

On these days: Su Mo Tu We Th Fr Sa

☐ Include Detailed Performance Report

☒ Include Workstation Name

☐ Include Workstation IP Address

☐ Include Workstation MAC Address

☐ Open in default web browser

Generate Cancel

Figura 20: Pantalla de Power Save donde introducir los datos para un informe

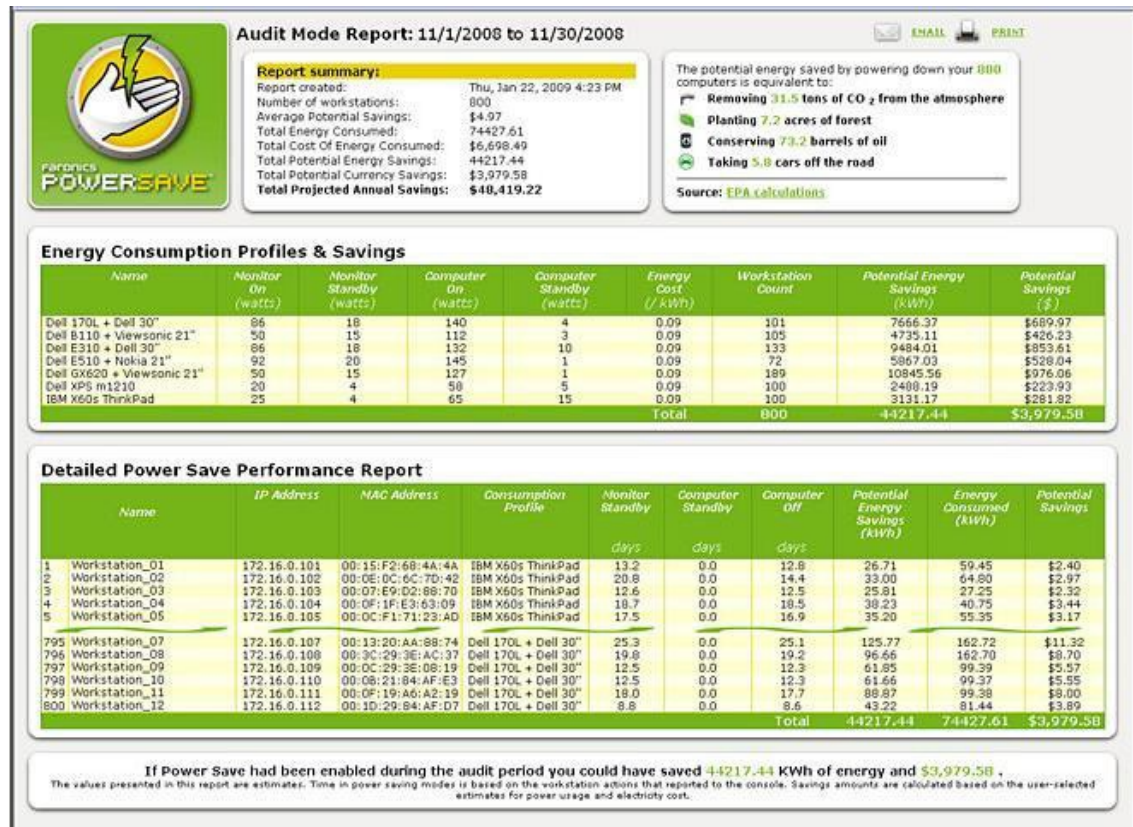


Figura 21: Informe generado por Power Save

2.6 Tabla Comparativa entre los diferentes sistemas actuales

	Faronics Power-Save	Verismic Power Manager	1E	Verdiem	Avob
Precio/mes aproximado	12\$ por licencia (Corporativa) y 6\$ por licencia (Educación)	15\$ por licencia (On premise) y 1,02\$ (Hosted)	Depende si se adquieren por separado o como paquete conjunto	Desde \$12.95 a \$19.95	11\$
Cliente Windows compatible	Windows 7 (64 bits y 32 bits), Vista (64 bits y 32 bits), XP (64 bits y 32 bits) y Windows 2000 Pro	Windows 7 (64 bits y 32 bits), Vista (64 bits y 32 bits), XP (32 bits)	Windows 7 (64 bits y 32 bits), Vista (64 bits y 32 bits), XP (64 bits y 32 bits)	Windows 7 (64 bits y 32 bits), Vista (64 bits y 32 bits), XP (32 bits)	Windows 7 (64 bits y 32 bits), Vista (64 bits y 32 bits), XP (64 bits y 32 bits)
Servidor Windows Compatible	-	Server 2008 R2 (64 bits y 32 bits), Server 2008 (64 bits y 32 bits), Windows 2003 R2 (32 bits) y Windows 2003 (32 bits)	-	-	Windows Server 2003 y Windows Server 2008
Otros S.O. compatibles	Mac OS X	-	Mac OS X	Mac OS X	-

Actividad de uso	Teclado, ratón, CPU, disco y actividad en la red	Teclado, ratón, CPU y actividad de procesos que estén corriendo	Teclado y ratón	Teclado, ratón, CPU, actividad de procesos que estén corriendo y actividad de la red	Teclado, ratón, CPU y actividad de procesos que estén corriendo
Interfaz administrativa	GUI (interfaz gráfica) y línea de comandos	GUI (interfaz gráfica)	GUI (interfaz gráfica) y línea de comandos	GUI (interfaz gráfica)	GUI (interfaz gráfica)

3 Temáticas Actuales

Actualmente, dentro de la temática de gestión energética en parques de PCs desde el punto de software se pueden encontrar proyectos centrados en dos vías bien diferenciadas:

- Una línea de investigación va encaminada a que sea el sistema operativo dentro de los equipos el encargado en controlar los consumos energéticos, lo que permitiría una gran autonomía.
- Otra línea de investigación se centra en instalar agentes software dentro de los equipos.

A continuación se presentan los principales estándar y proyectos que se están tratando en estos momentos:

- Advanced Configuration and Power Interface (ACPI), es un estándar abierto que propone la gestión de la energía centrada en el sistema operativo, desarrollado por colaboración de Hewlett-Packard, Intel, Microsoft, Phoenix y Toshiba. Ha sustituido al antiguo estándar: Advanced Power Management (APM).
- Políticas para PM (Power Management) es un proyecto de investigación que consiste en poner diferentes componentes de un PCs en distintos estados teniendo en cuenta el nivel de rendimiento y el consumo de energía; la principal función consiste en decidir cuándo se realizan las transiciones de estados y que transición de estado es más adecuada en función del histórico del sistema, la carga de trabajo y las restricciones de rendimiento.
- Greening Corporate Networks with Sleep Proxy, ver referencia bibliográfica 11, es un proyecto desarrollado en el grupo de investigación Microsoft Research Redmond's Networking Research Group, cuyo objetivo consiste en evitar que PCs en estado de sleep fuesen puestos en estado activo de forma innecesaria durante la noche. Su solución se basa en un proxy denominado sleep proxy que permite ahorrar energía permitiendo que PCs en modo sleep estén disponibles para acceso remoto por red.
- Otro proyecto dentro de este ámbito son el que actualmente Intel se encuentra investigando basado en el aprendizaje automático en dispositivos móviles, consistente en maximizar la vida útil de la batería al mismo tiempo que se maximiza el rendimiento "percibido" por el usuario.

4 Mejoras

Del análisis de los productos de los líderes del mercado actual de soluciones PCPM se puede extraer la conclusión de que en general todos incorporan el mismo conjunto de funcionalidades *core*: tratamiento de la suspensión e hibernación en PCs, herramientas de gestión de políticas energéticas a distinto nivel de detalle/agrupamiento y mecanismos de generación automática y flexible de informes sobre costes y ahorro energético.

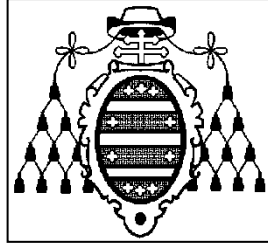
Un aspecto que se ha identificado que podría ser susceptible de mejoras es la funcionalidad de planificación de políticas de consumo energético. En las soluciones analizadas es posible, en general, configurar políticas para distintos intervalos de tiempo (normalmente semana o día concreto) y para ello el administrador de TI puede consultar distintas fuentes de información relevante que son extraídas por la solución PCPM, como por ejemplo líneas de base del consumo energético actual en la empresa.

La mejora que podría introducirse respecto a la funcionalidad de planificación de políticas consistiría en dotar a la **planificación de carácter dinámico y evolutivo**, basándose para ello en la actividad de usuario. Es evidente que no en todas las empresas los usuarios desarrollan su actividad en un mismo horario laboral y que existen excepciones que es necesario tener en cuenta (reuniones en horario laboral, horario de almuerzo, formación, vacaciones, bajas,...). De esta manera se dispondría de planificaciones autónomas que podría readaptarse a la actividad real sin necesidad de mediación de los administradores de TI.

Algunas de las soluciones analizadas introducen funcionalidades relacionadas con esta mejora, pero tienen enfoques diferentes: el producto *Surveyor* de *Verdiem* analiza la actividad de usuario monitorizando clics de ratón y pulsaciones de teclado, pero esta información solo sirve como fuente para la toma de decisiones del administrador, quien en base a ella puede crear perfiles de uso y posteriormente definir políticas basadas en ellos. *AVOB* aborda aspectos de actividad de usuario con la funcionalidad de regulación en tiempo real de la capacidad de procesamiento del procesador en función del uso de CPU real que requieren las aplicaciones con las que trabaja el usuario, pero esto no guarda relación con aspectos de planificación de políticas.

El desarrollo de la mejora propuesta permitiría aportar el valor añadido de una menor sobrecarga en cuanto a labores de análisis, definición y ajuste de políticas para los administradores de TI, dado que sería posible re-planificar de forma automática y desatendida. En caso de ser necesario el administrador siempre tendría la posibilidad de modificar estas planificaciones autónomas de forma manual.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis del tiempo de inactividad para la
gestión energética de flotas de PCs**

DOCUMENTO N° IV

Estudio de la inactividad mediante algoritmo de aprendizaje automático

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Índice

1	Aprendizaje Automático	5
1.1	Objetivo principal	5
1.2	Tipos de Aprendizaje Automático	5
1.2.1	Según su realimentación.....	5
1.2.2	Según su paradigma.....	7
2	WEKA	9
3	Método de trabajo para la construcción del algoritmo	11
1.2.3	Construcción del dataset.....	12
1.2.4	Definición de la Clase	19
1.2.5	Definición de Atributos	20
1.2.6	Relación de Atributos	21
1.2.7	Construcción Fichero .arff.....	28
1.2.8	Influencia de Atributos	30
4	Algoritmos de Clasificación	34
1.2.9	J48.....	34
1.2.10	Técnicas de Evaluación	36
1.2.11	Decisión Algoritmo de Clasificación	37
1.2.12	Obtención y descripción del modelo	39
1.2.13	Salida J48.....	40

5	Conclusión	45
---	------------------	----

Lista de figuras

FIGURA 1: CICLO ALGORITMO DE APRENDIZAJE	11
FIGURA 2: FASES DEL ALGORITMO DE APRENDIZAJE	12
FIGURA 3: ORGANIZACIÓN SEDE MATEMÁTICO	14
FIGURA 4: ORGANIZACIÓN SEDE SANTA SUSANA	15
FIGURA 5: INACTIVIDAD PCs POR DÍA	17
FIGURA 6: INACTIVIDAD PCs SEMANAL	17
FIGURA 7: INACTIVIDAD PCs SEMANAL	18
FIGURA 8: DATOS MUESTRAS MANUALES	19
FIGURA 9: DATOS MUESTRAS FINALES	19
FIGURA 10: DEPARTMENT VS CLASS	21
FIGURA 11: HORA VS CLASS	22
FIGURA 12: USO CPU VS CLASS	23
FIGURA 13: USO RAM VS CLASS	24
FIGURA 14: USO DISCO VS CLASS	25
FIGURA 15: USO RED VS CLASS	26
FIGURA 16: TIME INACTIVITY VS CLASS	27
FIGURA 17: INACTIVIDAD.ARFF	29
FIGURA 18: ALERTA	31
FIGURA 19: SELECCIÓN ATRIBUTOS CFS	31
FIGURA 20: SELECCIÓN ATRIBUTOS INFOGAIN	32
FIGURA 21: SELECCIÓN ATRIBUTOS ONER	32
FIGURA 22: CONFIDENCE LEVEL	35
FIGURA 23: ALGORITMOS CLASIFICACIÓN CON TIMEINACTIVITY	38
FIGURA 24: ALGORITMOS CLASIFICACIÓN SIN TIMEINACTIVITY	38
FIGURA 25: ÁRBOL J48 CONSIDERANDO EL ATRIBUTO TIMEINACTIVITY	42
FIGURA 26: ÁRBOL J48 SIN CONSIDERAR EL ATRIBUTO TIMEINACTIVITY	43

1 Aprendizaje Automático

Una primera vía de estudio para la definición de qué podemos considerar inactividad, viene de la rama de la inteligencia artificial y más en concreto se enfoca dentro de la temática del aprendizaje automático.

Tras el análisis de la situación actual del software de gestión energética de flotas de PCs, se entiende que puede ser de gran utilidad la ayuda de un algoritmo de aprendizaje automático que determine cuándo se puede considerar realmente que un PC está inactivo, para a partir de ese momento poder implementar las políticas de ahorro energético que mejor se adapten al lugar donde se pretende implantar el sistema.

1.1 Objetivo principal

El objetivo del Aprendizaje Automático consiste en dotar a los computadores de la capacidad de adquirir conocimientos automáticamente para poder resolver nuevos problemas o mejorar su comportamiento a partir de la experiencia.

1.2 Tipos de Aprendizaje Automático

Existen dos grandes clasificaciones dentro de los algoritmos de aprendizaje automático.

1.2.1 Según su realimentación

Puede realizarse la clasificación en tres grandes grupos:

Aprendizaje Supervisado

El aprendizaje supervisado consiste en un tipo de aprendizaje automático donde al algoritmo que se utiliza se le proporcionan una serie de ejemplos, los cuales han sido clasificados con anterioridad. De esta manera, en el proceso de aprendizaje, el algoritmo compara su salida actual con la clasificación del ejemplo para luego realizar los cambios que sean necesarios.

En el caso del aprendizaje supervisado, cada ejemplo se puede expresar mediante la forma atributo-valor. Los atributos que forman parte de las instancias pueden ser categóricos o nominales y numéricos. Por ejemplo, el atributo estado civil es categórico con sus posibles valores (soltero o casado). Por otro lado, los valores de los atributos edad, o peso pueden ser numéricos y, en consecuencia, pueden ser llamados continuos.

Las variables se pueden dividir en discriminantes o dependientes; en el aprendizaje supervisado se obtiene información de la variable dependiente a partir de los valores de las

discriminantes. Si los valores de la variable dependiente pertenecen a un número definido de clases, se dice que es una tarea de clasificación y si el valor es continuo la tarea es una regresión.

El conjunto de todos los posibles valores que pueden tomar los atributos discriminantes se conoce como espacio de las instancias o espacio de entrada. El conjunto de posibles valores de la variable dependiente se conoce como espacio de salida.

Dentro del aprendizaje supervisado, de acuerdo al tipo de representación de los datos de entrada, se puede hacer una clasificación en dos grupos: los representados en la forma atributo-valor y los que están representados en forma de relaciones.

Dentro del grupo de algoritmos que utilizan la representación de atributo-valor existen a su vez dos grupos: algoritmos simbólicos y subsimbólicos. Entre los algoritmos simbólicos se pueden destacar los árboles de decisión. Ejemplos de aprendizaje subsimbólico son las redes de neuronas y los algoritmos genéticos.

Aprendizaje No Supervisado

El aprendizaje no supervisado realiza agrupamientos en forma natural sobre los patrones de entrada. A diferencia del aprendizaje supervisado, en este tipo de aprendizaje no se conoce “a priori” el atributo dependiente.

Ejemplos de este tipo de aprendizaje son los algoritmos de agrupamiento.

Aprendizaje por Refuerzo

En el aprendizaje por refuerzo, el algoritmo utilizado recibe las entradas y una evaluación de tal manera que el algoritmo debe aprender qué acción es la que brinda más rendimiento a largo plazo.

A parte de estos tres grandes grupos existen otras dos clasificaciones de la realimentación.

Transducción

Sirve para la clasificación con nuevas categorías.

Multi-tarea

Permite interactuar con otros agentes.

1.2.2 Según su paradigma

Aprendizaje Inductivo

Se crean modelos de conceptos a partir de generalizar ejemplos simples. Buscamos patrones comunes que expliquen los ejemplos.

Se basa en una generalización:

- Datos de entrada específicos: ejemplos dados por un usuario (sólo un subconjunto de todas las posibles situaciones).
- Datos de salida generales: modelo o regla que puede ser aplicada a todos los ejemplos, conocidos o no.

Ejemplo: Reconocimiento facial.

Aprendizaje Analítico o Deductivo

Se aplica la deducción para obtener descripciones generales a partir de un ejemplo de concepto y su explicación.

Se basa en una especialización:

- Datos de entrada: reglas o modelos generales (aplicables a todos los ejemplos).
- Datos de salida: reglas específicas (aplicables sólo a los ejemplos en los que se cumplen ciertas condiciones).

Aprendizaje Analógico

Se buscan soluciones a problemas nuevos basándonos en encontrar similitudes con problemas ya conocidos y adaptando sus soluciones.

Este tipo de aprendizaje intenta emular algunas de las capacidades humanas más sorprendentes, como es la de poder entender una situación actual por su parecido con situaciones anteriores conocidas.

Ejemplo: sistemas eléctricos.

Aprendizaje Genético

Se aplica a algoritmos inspirados en la teoría de la evolución para encontrar descripciones generales a conjuntos de ejemplos.

Ejemplo: Problema del viajero.

Aprendizaje Conexionista

Busca descripciones generales mediante el uso de la capacidad de adaptación de redes de neuronas artificiales.

Una vez realizado este pequeño análisis de para qué sirven y que tipos de algoritmos de aprendizaje automático existen, se llega a la conclusión de que para el caso concreto de la detección de la inactividad de un determinado PC se debe generar un algoritmo de aprendizaje SUPERVISADO (ya que el sistema partirá con una serie de ejemplos clasificatorios) y más en concreto estamos ante un problema de **clasificación** donde el sistema de aprendizaje trata de etiquetar (clasificar) una serie de vectores utilizando una entre varias categorías (clases). La base de conocimiento del sistema está formada por ejemplos de etiquetados anteriores.

2 WEKA

WEKA es una herramienta de minería de datos y aprendizaje automático. Las siglas WEKA son acrónimo de Waikato Environment for Knowledge Analysis (Entorno para Análisis de Conocimiento), un entorno para experimentación de análisis de datos que permite aplicar, analizar y evaluar las técnicas más relevantes de análisis de datos, principalmente las provenientes del aprendizaje automático, sobre cualquier conjunto de datos del usuario. Para ello únicamente se requiere que los datos a analizar se almacenen con un cierto formato, conocido como ARFF, acrónimo de Attribute-Relation File Format (Formato Fichero Atributo Relacional).

WEKA es un software de libre distribución desarrollado en Java. Está constituido por una serie de paquetes de código abierto con diferentes técnicas de preprocesado, clasificación, agrupamiento, asociación, y visualización, así como facilidades para su aplicación y análisis de prestaciones cuando son aplicadas a los datos de entrada seleccionados. Estos paquetes pueden ser integrados en cualquier proyecto de análisis de datos, e incluso pueden extenderse con contribuciones de los usuarios que desarrollen nuevos algoritmos. Con objeto de facilitar su uso por un mayor número de usuarios, WEKA además incluye una interfaz gráfica de usuario para acceder y configurar las diferentes herramientas integradas.

Las características que hacen de WEKA una aplicación tan interesante son:

- Está disponible libremente bajo la licencia pública general de GNU.
- Es muy portable. Está completamente implementado en Java y puede ejecutarse en casi cualquier plataforma.
- Contiene una extensa colección de técnicas para pre procesamiento de datos, clustering, clasificación, regresión, etc.
- Es fácil de utilizar por un principiante gracias a su interfaz gráfica de usuario.
- Proporciona acceso a bases de datos vía SQL gracias a la conexión JDBC (Java Database Connectivity) y puede procesar el resultado devuelto por una consulta hecha a la base de datos.

Un área importante que actualmente no cubren los algoritmos incluidos en WEKA, es el modelado de secuencias. Por otro lado, otra carencia que presenta es que no permite realizar minería de datos multi-relacional, pero existen aplicaciones que pueden convertir una

colección de tablas relacionadas de una base de datos en una única tabla que ya puede ser procesada con WEKA.

3 Método de trabajo para la construcción del algoritmo

Las pautas que se seguirán para la elaboración del algoritmo de aprendizaje automático dentro de este proyecto son las siguientes:

Idealmente debe crearse el siguiente ciclo empírico:

1. Observación: Se comienza con un número de observaciones o muestras determinado.
2. Análisis: Tarea que trata de encontrar ciertos patrones en las observaciones realizadas.
3. Teoría: Si a partir del análisis realizado se determinan o encuentran ciertas regularidades, se debe formular la teoría/hipótesis que explique los datos.
4. Predicción: La teoría debe predecir nuevos fenómenos que puedan ser verificados por las nuevas observaciones. En este momento existen dos posibilidades:
 - 4.1. Que las predicciones sean correctas con lo que la teoría es corroborada.
 - 4.2. Que las predicciones sean incorrectas con lo que habría que formular una nueva teoría. Comenzaría de nuevo todo el ciclo.



Figura 1: Ciclo algoritmo de aprendizaje

Estas cuatro grandes fases se pueden englobar dentro del siguiente gráfico donde se representa claramente el ciclo seguido para la construcción de un algoritmo de aprendizaje automático.

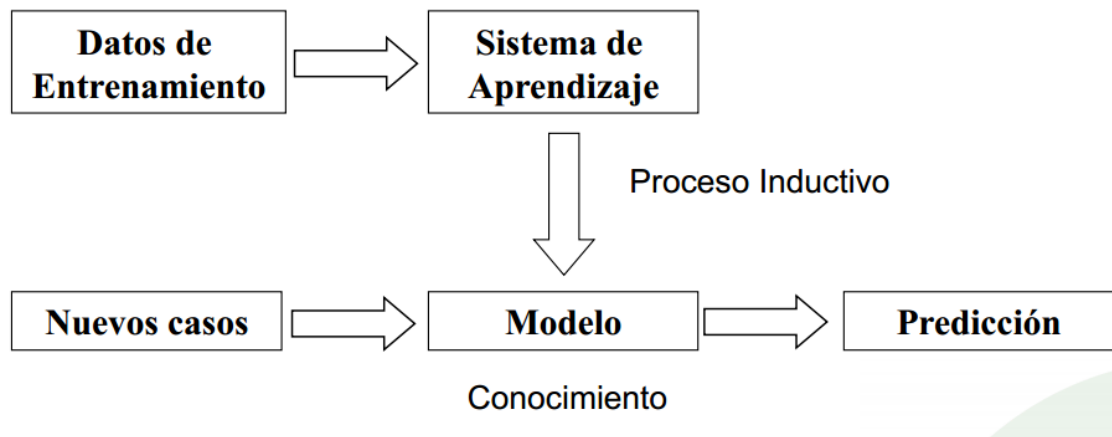


Figura 2: Fases del algoritmo de aprendizaje

En concreto se engloban de la siguiente forma:

- Observación: Se corresponde a la fase de la construcción del dataset o conjunto de datos de entrenamiento
- Análisis: Esta fase es tarea del sistema de aprendizaje que será el encargado de analizar el conjunto de datos de entrenamiento obtenido.
- Predicción: Como su propio nombre indica se corresponde a la fase de predicción del aprendizaje.
- Hipótesis: Se correspondería a una fase futura donde, a través de una serie de predicciones se pudiese elaborar una hipótesis.

1.2.3 Construcción del dataset

En la primera fase de la elaboración de cualquier algoritmo de aprendizaje automático que se desee construir, se encuentra la tarea de recogida de muestras. La forma en que se recogen dichos datos puede ser de dos tipos:

- Automatizada: El encargado de la recolecta de los datos será típicamente un sistema o aplicación.
- Manual: El encargado de la recolecta de los datos será una persona asignada para esta tarea en particular.

En este caso, se ha optado por la vía manual ya que es la manera más fiable a la hora de determinar la actividad o inactividad de un PC determinado.

Cuando se lleva a cabo una tarea de clasificación como en este caso, se utiliza un conjunto de instancias para que el algoritmo de aprendizaje construya un clasificador. Este conjunto de ejemplos es llamado conjunto de entrenamiento. Para validar este clasificador, generalmente

se utiliza un conjunto de instancias que no se ha utilizado para construir el clasificador, este conjunto recibe el nombre de conjunto de prueba.

A la hora de evaluar la precisión de un clasificador se utiliza el conjunto de test sobre el cual se obtiene una precisión de clasificación que es calculada basándose en los ejemplos del conjunto de test que el clasificador ha clasificado correctamente. Al medir la precisión de un clasificador se puede utilizar también la tasa de error que es el complemento de la precisión de clasificación.

Para la elaboración final del conjunto de entrenamiento y conjunto de prueba, que es necesario suministrar al algoritmo de aprendizaje, se ha desarrollado el siguiente procedimiento de actuación.

- Se ha procedido a instalar un agente software en un total de 43 ordenadores cliente, incluyendo 5 portátiles y 38 sobremesa.
- Se dispone de un servidor que monitoriza el comportamiento de cada uno de los agentes cada minuto, lo que nos permite saber para un determinado instante de tiempo los parámetros de utilización de disco, RAM y CPU utilizados por cualquiera de los ordenadores cliente.
- La instalación se ha repartido entre las dos sedes que Seresco dispone en Oviedo:
 - o Calle Santa Susana (23 PCs)
 - o Calle Matemático Pedralles (20 PCs)

De esta manera la recogida de datos tiene una mayor variedad de muestras.

Inventariado de PCs**Organización sede Matemático:**

Name	Sede	Local	Orden
NOMINAS10	Matemático	1	
NOMINAS6	Matemático	1	
JUANJO	Matemático	8	1
ISABELPORT	Matemático	8	2
PAZ	Matemático	8	3
ARTURO	Matemático	8	4
TERAN	Matemático	8	5
ALENZA	Matemático	8	6
SARACAL	Matemático	8	7
ERNESTO	Matemático	8	8
CELEST	Matemático	8	9
VARELA	Matemático	8	10
TINO	Matemático	8	11
GRANDA	Matemático	8	12
IMASD3	Matemático	16	1
LOURDES	Matemático	16	2
CELIA	Matemático	16	3
CHUS	Matemático	16	4
PAYO	Matemático	16	5
ADRIANS	Matemático	18	1

Figura 3: Organización sede Matemático

Organización Santa Susana:

Name	Sede	Local	Orden
P0054D9027 (Catrina)	Susana	1	1
P0042D9027 (Juan)	Susana	1	2
NESTORBR	Susana	1	3
IVANPED	Susana	1	4
P0039D9027 (Juan Parra)	Susana	1	5
CYSGEN05 (Leticia)	Susana	1	6
ALICIAMGPORT	Susana	1	7
CYSGEN17 (María José)	Susana	2	1
CYSGEN16 (Esteban)	Susana	2	2
EPRIETO	Susana	2	3
NURIAFM	Susana	2	4
RMONTES	Susana	2	5
P0034D9027 (Aida)	Susana	2	6
VICTORNF	Susana	2	7
BCOMPAN	Susana	2	8
ADRIANJ	Susana	2	9
CERNUDA2	Susana	2	10
ABELGG	Susana	2	11
VEROAL	Susana	2	12
LSANCHEZ	Susana	2	13
EVAJM	Susana	2	14
CYSGEN19	Susana	2	15
P0036D9027 (Manuel)	Susana	2	16

Figura 4: Organización sede Santa Susana

En las tablas que se presentan anteriormente cabe aclarar el significado de los siguientes términos:

- Name: nombre dado al PC.
- Local: Se trata del número de local o habitáculo donde se encuentran los PCs correspondientes.
- Orden: Debido a la complejidad existente en recordar la ubicación de cada uno de los PCs estudiados, he realizado un mapa que sirve para ordenar cronológicamente los

PCs muestreados, de forma que una vez en el departamento o local correspondiente sea fácilmente tomar los datos correspondientes.

Análisis Previo

Para una correcta recogida de muestras se ha realizado un análisis previo que nos permitiese obtener los intervalos horarios más interesantes a la hora de recoger los datos. En concreto:

Se ha realizado un análisis de una semana (del 18 al 26 de Marzo ambos inclusive) para extraer los periodos mayor y menor idle (inactividad) diarios. Se omite el día 22 de marzo al ser viernes y no existir los mismos horarios que el resto de días estudiados.

La tabla que se muestra a continuación muestra el porcentaje de PCs en estado inactivo (idle) en cada uno de los intervalos horarios (solo se toman intervalos dentro del horario laboral) muestreados cada 30 minutos de un día cualquiera.

Time Stamp	% Idle PCs
7:00:00	34
7:30:00	36
8:00:00	32
8:30:00	26
9:00:00	22
9:30:00	28
10:00:00	24
10:30:00	28
11:00:00	30
11:30:00	44
12:00:00	26
12:30:00	30
13:00:00	20
13:30:00	28
14:00:00	42
14:30:00	62
15:00:00	72
15:30:00	54
16:00:00	40
16:30:00	36
17:00:00	44
17:30:00	46
18:00:00	32
18:30:00	34
19:00:00	38

19:30:00	36
----------	----

Figura 5: Inactividad PCs por día

A partir del análisis particular de cada uno de los días de la semana se procede hacer un análisis total de dicha semana, para ello se hace la media total obtenida del % de PCs inactivos en cada uno de los intervalos horarios estudiados.

La tabla resultante es:

Time Stamp	Media % Idle PCs
7:00:00	23,22222222
7:30:00	23,55555556
8:00:00	25,22222222
8:30:00	25,24836601
9:00:00	21,2745098
9:30:00	24,92156863
10:00:00	24,59477124
10:30:00	26,23529412
11:00:00	24,5751634
11:30:00	46,50326797
12:00:00	29,22875817
12:30:00	21,92156863
13:00:00	22,90849673
13:30:00	25,22875817
14:00:00	32,90849673
14:30:00	56,81045752
15:00:00	64,11111111
15:30:00	49,16339869
16:00:00	25,5751634
16:30:00	24,90849673
17:00:00	27,22222222
17:30:00	28,90849673
18:00:00	22,2745098
18:30:00	25,24183007
19:00:00	27,8627451
19:30:00	24,90196078

Figura 6: Inactividad PCs semanal

Estos valores se representan en la siguiente gráfica:

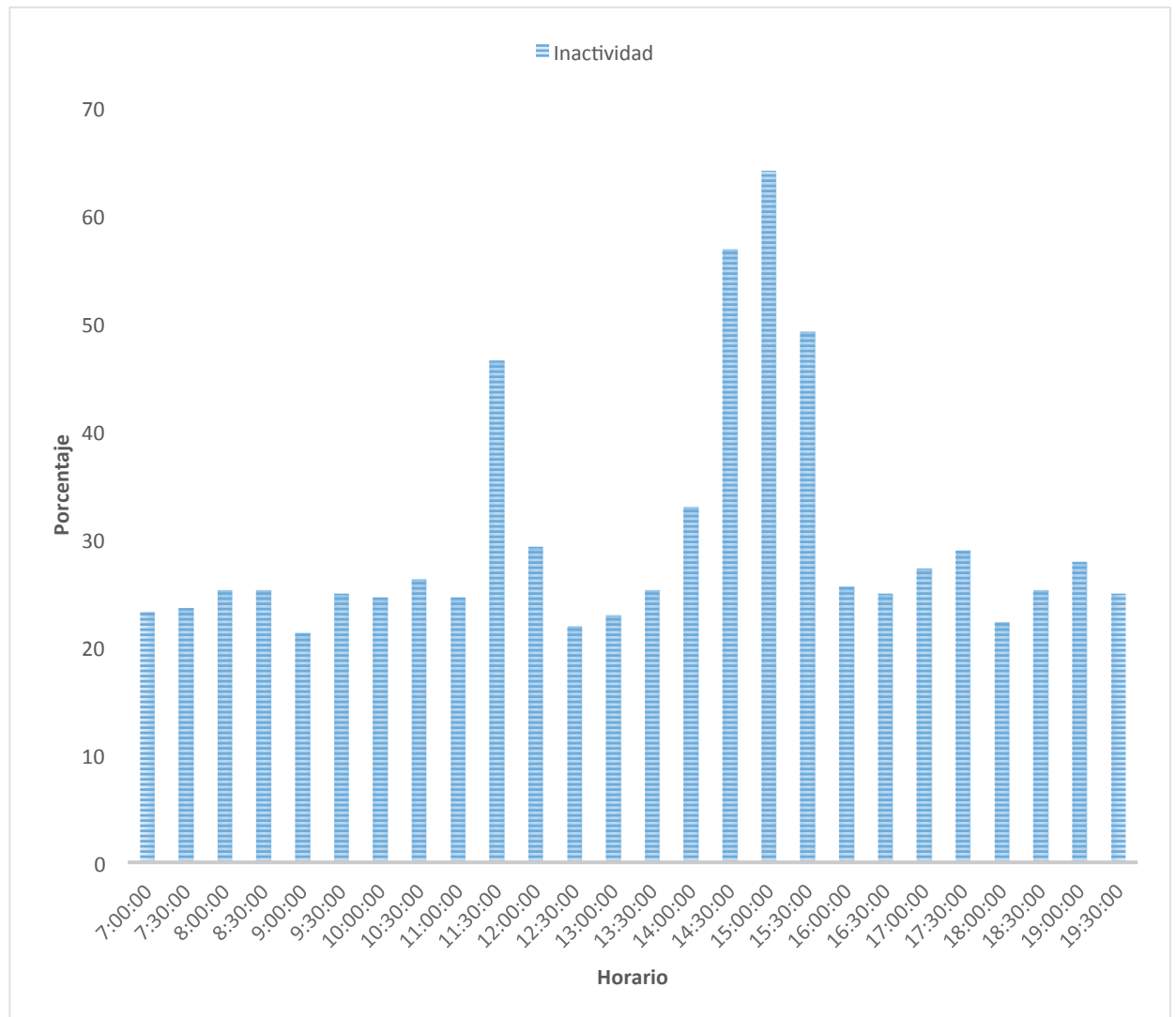


Figura 7: Inactividad PCs semanal

Observando la gráfica anterior se resuelve:

- Para la extracción de ejemplos de PC Activos se estudiarán los siguientes casos:
 - o Donde menor sea el % de Idle durante el día:
 - 9:00
 - 12:30
 - 13:00
- Para la extracción de ejemplos de PC Inactivos se estudiarán los siguientes casos:
 - o Donde mayor sea el % de Idle durante el día:
 - 14:30
 - 15:00

- 15:30

Una vez extraídos los intervalos horarios necesarios, se procede a realizar una fase de extracción de muestras en las dos sedes que Seresco tiene en Oviedo. El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

- El periodo de recogida de muestras es del día 1 al día 8 de Abril (ambos inclusive), de tal forma que se empiece y acabe un Lunes de manera que las muestras sean lo más representativas posibles.
- Se realizan 6 periodos de muestreo diarios, que se corresponden con los indicados anteriormente.
- En cada uno de estos periodos, para cada PC estudiado se ha de rellenar la siguiente tabla:

Ejemplo	Departamento	Hora	Id PC	(Activo/Inactivo)

Figura 8: Datos muestras manuales

- Cada vez que finaliza un periodo de recogida de muestras se ha de rellenar la siguiente tabla, con la ayuda de los datos extraídos del servidor, que monitoriza el uso de que cada cliente en el que ha sido instalado el agente energético.

Ejemplo	Depart	Hora	Id PC	%CPU	%RAM	%Disco	Red	RAM PC	DiscoPC	Veloz. CPU	Time Inactividad	(Activo / Inactivo)

Figura 9: Datos muestras finales

A través de la siguiente tabla, pueden extraerse tanto los atributos como la clase del dataset que se persigue.

1.2.4 Definición de la Clase

Claramente la clase que se busca predecir y clasificar mediante este algoritmo de aprendizaje automático es la de determinar el estado de un PC en un cualquier momento es:

- Activo
- Inactivo

1.2.5 Definición de Atributos

Los atributos que formarán el conjunto de entrenamiento final son:

- Departamento
- Hora
- % Utilización CPU
- % Utilización RAM
- % Utilización Disco
- Cantidad de Red utilizada medida en bytes/sec
- Memoria RAM del PC
- Cantidad Disco PC
- Velocidad CPU
- Inactivity: Tiempo de inactividad del PC

También se ha valorado otra opción a la hora de la elección de los atributos finales, es la siguiente:

- Departamento
- Hora
- % Utilización CPU
- % Utilización RAM
- % Utilización Disco
- Cantidad de Red utilizada medida en bytes/sec
- Memoria RAM del PC
- Cantidad Disco PC
- Velocidad CPU

Se ha descartado debido a la importancia del atributo Inactivity, la criticidad de éste atributo se verá más adelante.

Una vez que se ha formado el dataset por completo es necesario utilizar uno de los algoritmos de aprendizaje automático disponibles para elaborar un modelo que permita predecir instancias futuras. Para la evaluación de este modelo se utiliza el software de libre distribución WEKA.

1.2.6 Relación de Atributos

En esta sección se muestran algunas relaciones entre los atributos y la variable Class que permitirá establecer relaciones útiles para la clasificación.

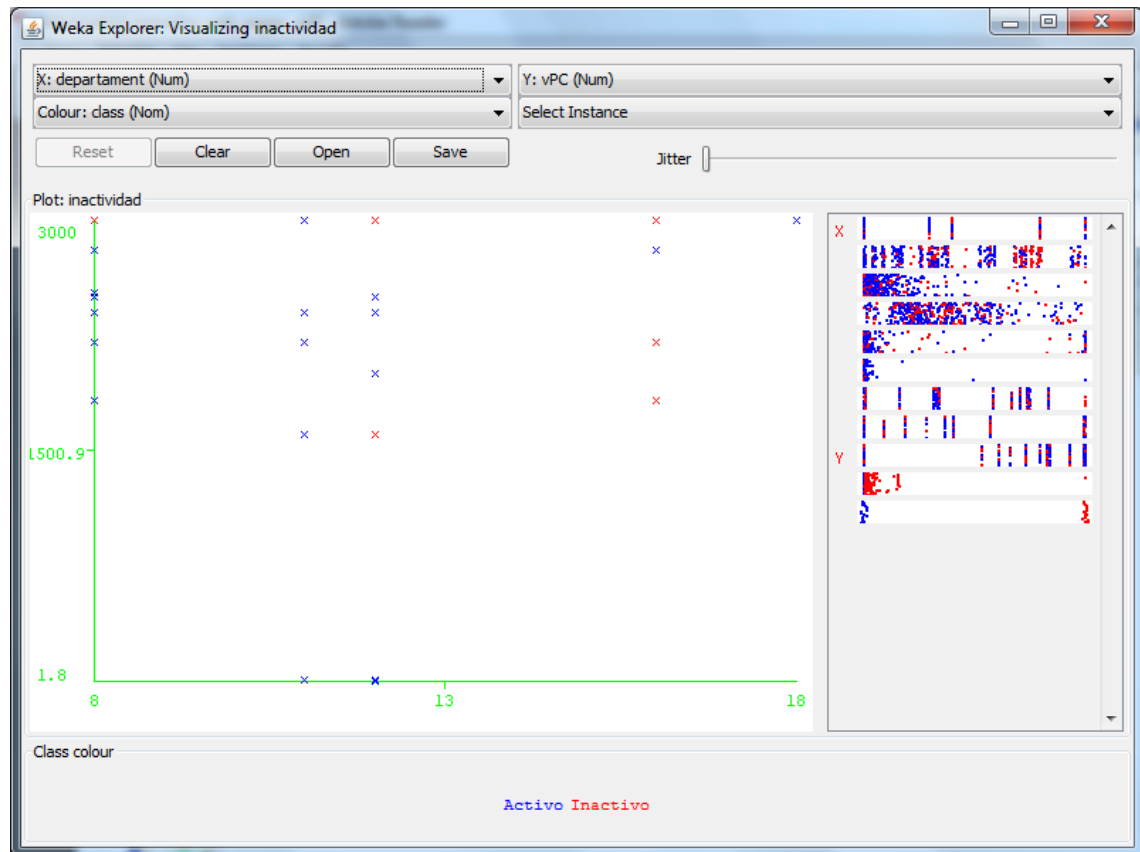


Figura 10: Department vs Class

La Figura 10 muestra la relación entre el atributo Department y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Department y el eje de las Y los valores de Class.



Figura 11: Hora vs Class

La Figura 11 muestra la relación entre el atributo Hora y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Hora y el eje de las Y los valores de Class.

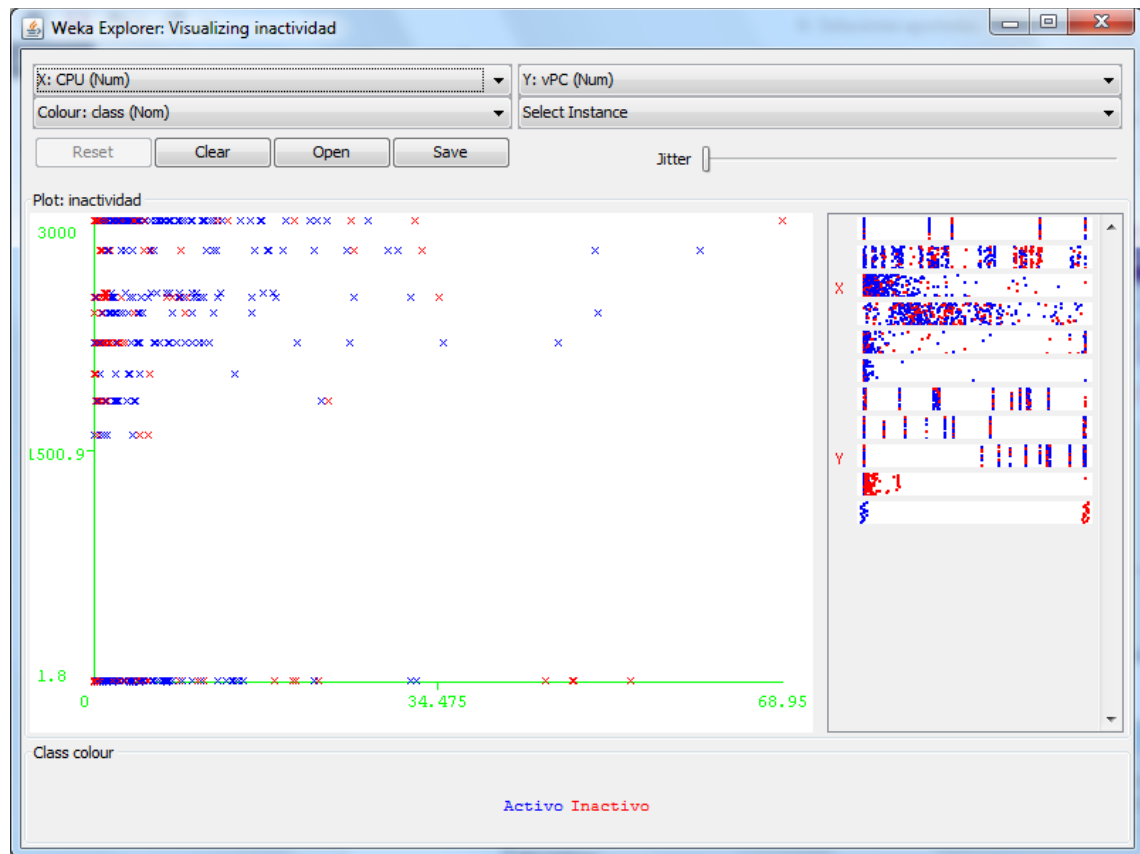


Figura 12: Uso CPU vs Class

La Figura 12 muestra la relación entre el atributo Uso CPU y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Uso CPU y el eje de las Y los valores de Class.

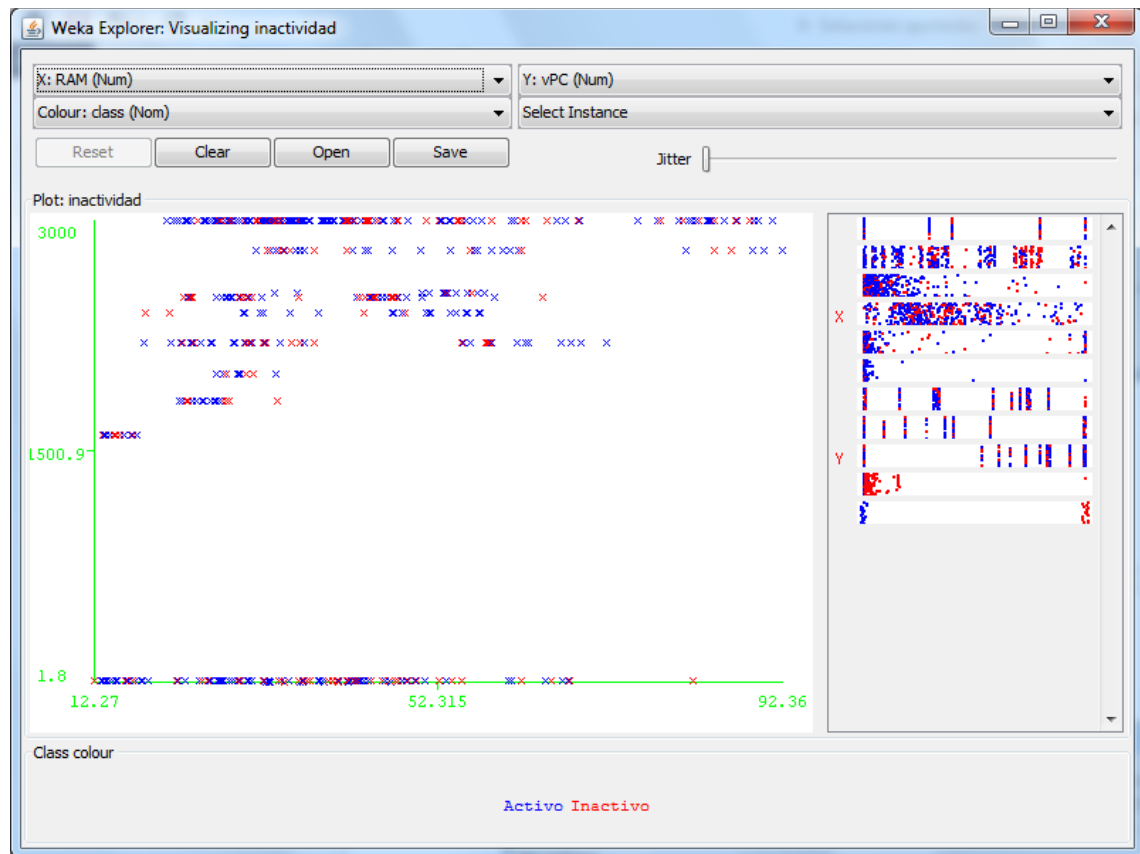


Figura 13: Uso RAM vs Class

La Figura 13 muestra la relación entre el atributo Uso RAM y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Uso RAM y el eje de las Y los valores de Class.

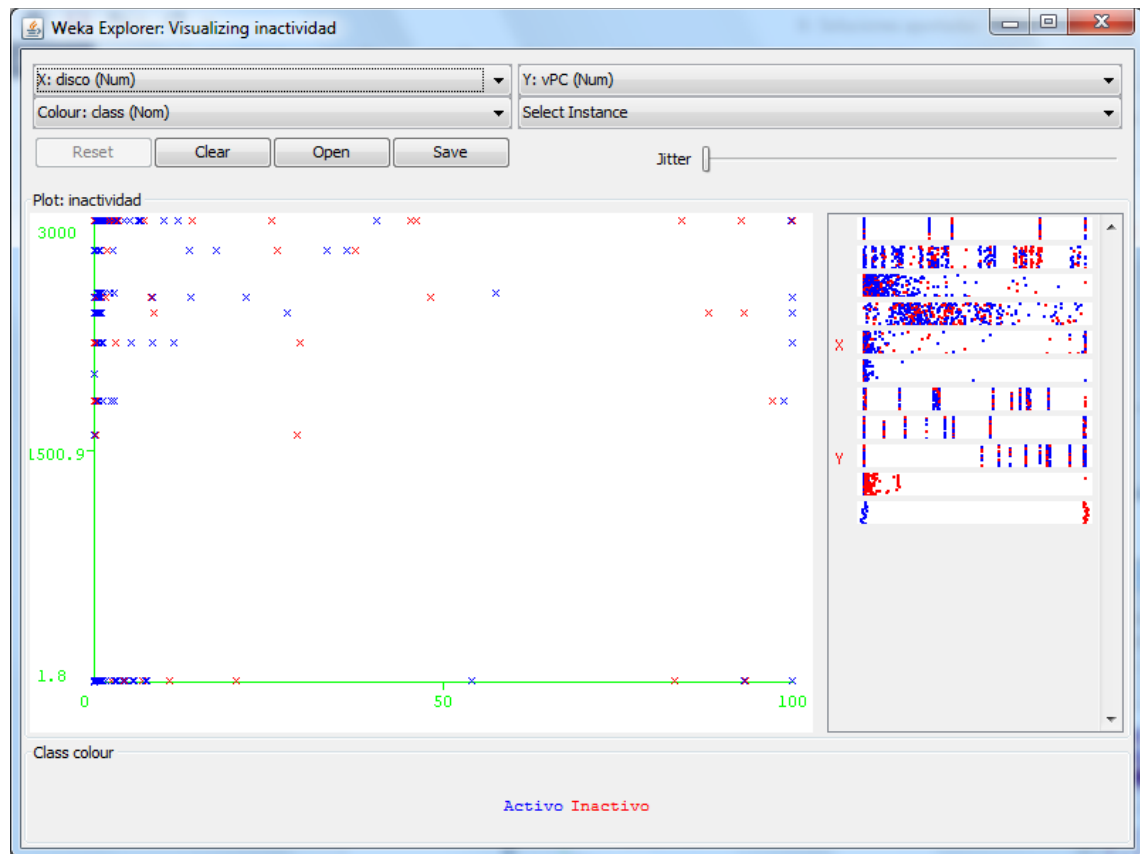


Figura 14: Uso Disco vs Class

La Figura 14 muestra la relación entre el atributo Uso Disco y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Uso Disco y el eje de las Y los valores de Class.

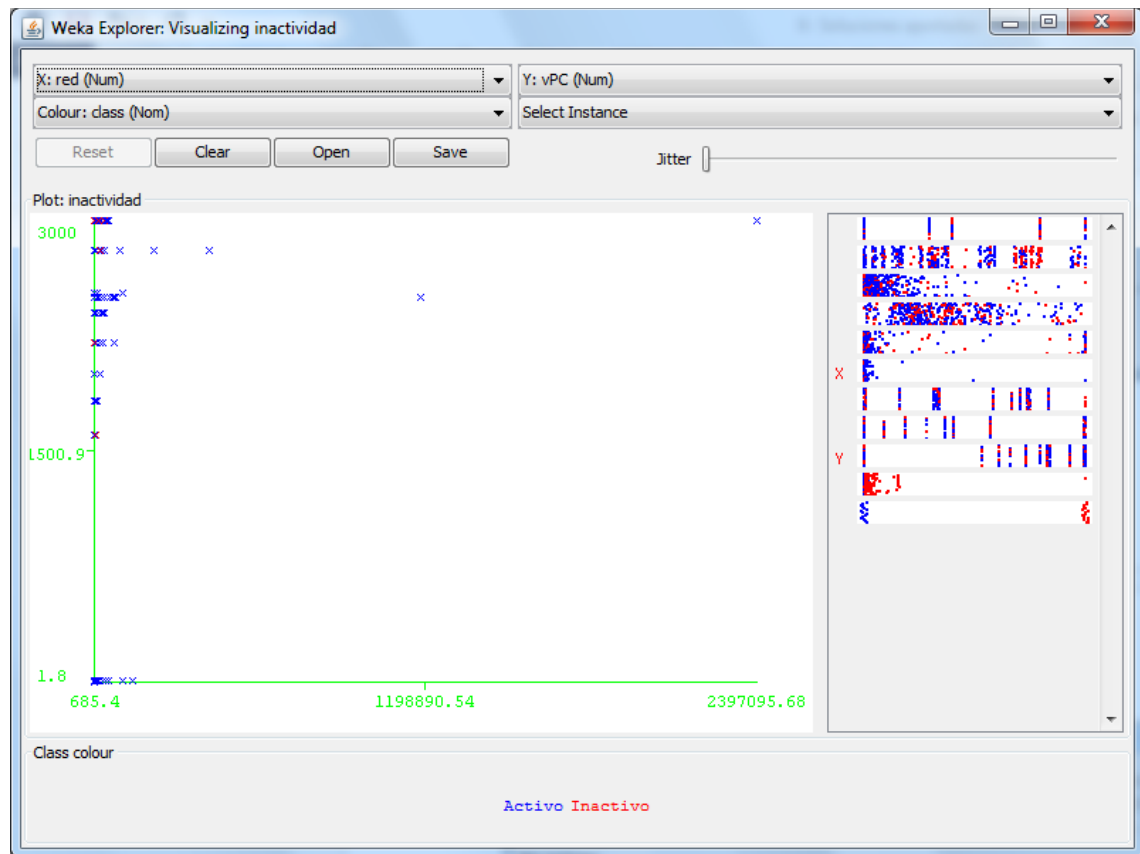


Figura 15: Uso Red vs Class

La Figura 15 muestra la relación entre el atributo Uso Red y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Uso Red y el eje de las Y los valores de Class.

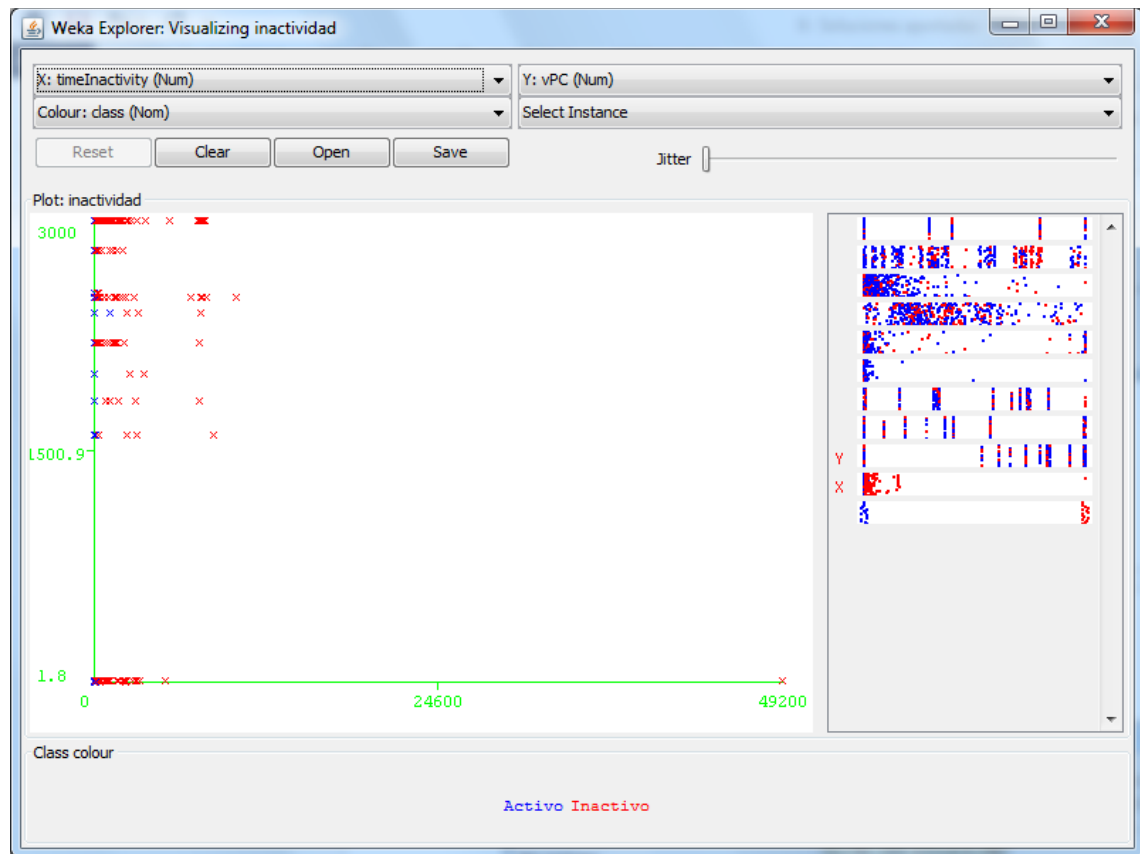


Figura 16: Time Inactivity vs Class

La Figura 16 muestra la relación entre el atributo Time Inactivity y la variable Class. El eje de las X tiene los valores del atributo Time Inactivity y el eje de las Y los valores de Class.

1.2.7 Construcción Fichero .arff

El software WEKA trabaja con su propio tipo de formato de datos que tiene su propia extensión, que es la denominada .arff. A continuación se explica brevemente la estructura de un fichero de este tipo:

Dicho fichero se divide en tres partes: @relation, @attribute y @data:

3 @relation <relation-name>

Todo fichero ARFF debe comenzar con esta declaración en su primera línea (no está permitido dejar líneas en blanco al principio).

<relation-name> será una cadena de caracteres y si contiene espacios se pondrán entre comillas.

3 @attribute <attribute-name> <datatype>

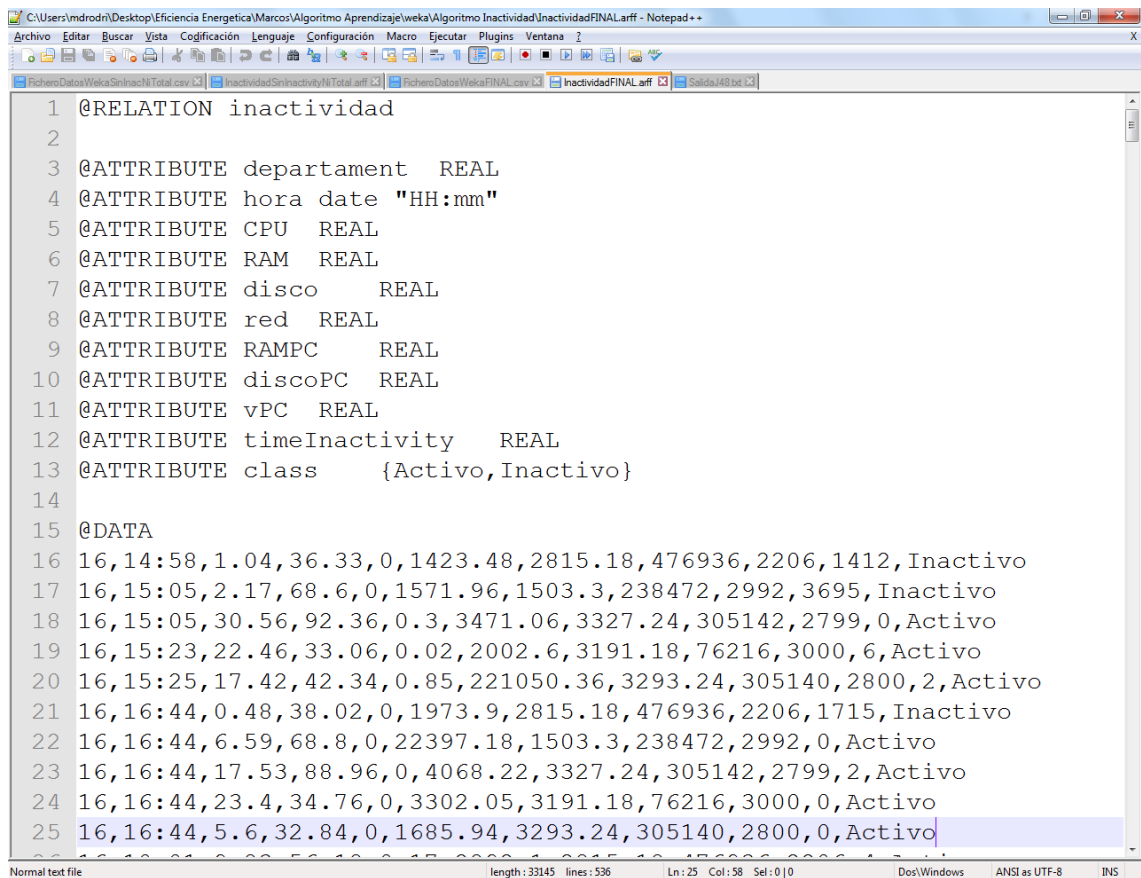
En esta sección se incluye una línea por cada atributo (o columna) que se vaya a incluir en el conjunto de datos, indicando su nombre y el tipo de dato. Con <attribute-name> indicaremos el nombre del atributo, que debe comenzar por una letra y si contiene espacios tendrá que estar entrecomillado. Con <datatype> indicaremos el tipo de dato para este atributo (o columna) que puede ser:

- numeric (numérico)
- string (texto)
- date [<date-format>] (fecha). En <date-format> indicaremos el formato de la fecha, que será del tipo "yyyy-MM-dd'T'HH:mm:ss".
- <nominal-specification>. Estos son tipos de datos definidos por el usuario y que pueden tomar una serie de valores.

3 @data

En esta sección se incluyen los datos propiamente dichos. Se separa cada columna por comas y todas filas deberán tener el mismo número de columnas, número que coincide con el de declaraciones @attribute que se añade en la sección anterior. Si no se dispone de algún dato, se coloca un signo de interrogación (?) en su lugar. El separador de decimales tiene que ser obligatoriamente el punto y las cadenas de tipo string tienen que estar entre comillas simples.

Por tanto tras la definición de los atributos y la clase expuesta en el punto anterior el fichero arff construido es el siguiente:



```
1 @RELATION inactividad
2
3 @ATTRIBUTE departament REAL
4 @ATTRIBUTE hora date "HH:mm"
5 @ATTRIBUTE CPU REAL
6 @ATTRIBUTE RAM REAL
7 @ATTRIBUTE disco REAL
8 @ATTRIBUTE red REAL
9 @ATTRIBUTE RAMPC REAL
10 @ATTRIBUTE discoPC REAL
11 @ATTRIBUTE vPC REAL
12 @ATTRIBUTE timeInactivity REAL
13 @ATTRIBUTE class {Activo,Inactivo}
14
15 @DATA
16 16,14:58,1.04,36.33,0,1423.48,2815.18,476936,2206,1412,Inactivo
17 16,15:05,2.17,68.6,0,1571.96,1503.3,238472,2992,3695,Inactivo
18 16,15:05,30.56,92.36,0.3,3471.06,3327.24,305142,2799,0,Activo
19 16,15:23,22.46,33.06,0.02,2002.6,3191.18,76216,3000,6,Activo
20 16,15:25,17.42,42.34,0.85,221050.36,3293.24,305140,2800,2,Activo
21 16,16:44,0.48,38.02,0,1973.9,2815.18,476936,2206,1715,Inactivo
22 16,16:44,6.59,68.8,0,22397.18,1503.3,238472,2992,0,Activo
23 16,16:44,17.53,88.96,0,4068.22,3327.24,305142,2799,2,Activo
24 16,16:44,23.4,34.76,0,3302.05,3191.18,76216,3000,0,Activo
25 16,16:44,5.6,32.84,0,1685.94,3293.24,305140,2800,0,Activo
```

Figura 17: Inactividad.arff

Solo se muestra parte del archivo .arff debido a la multitud de datos que contiene.

Una vez que disponemos de un fichero arff que, dentro de la sección @data, incluye todas las muestras recogidas en la fase de Observación, el siguiente paso, y uno de los más importantes, es la elección del algoritmo de clasificación. Este será el encargado de desarrollar un modelo que permita predecir el comportamiento de nuevas entradas distintas a las obtenidas en el conjunto de entrenamiento.

1.2.8 Influencia de Atributos

La selección de atributos es la etapa más importante dentro del preprocesamiento de datos, porque se eliminan aquellos atributos que son menos representativos. En algunos casos la selección de atributos se realiza por ensayo y error, hasta conseguir un modelo a patrón eficiente, pero esto no es lo más adecuado ya que el tiempo y el costo computacional crece con respecto al número de variables existentes en la colección de datos. Se recomienda concentrar esfuerzos en esta etapa cuando la cantidad de atributos se considere elevada para el dominio trabajado. Sin embargo, la selección de atributos permite, más allá de la reducción de atributos, mejorar la precisión y el costo computacional de los resultados.

Existen diferentes formas para hacer selección de atributos, como las de tipo supervisada y no supervisada, donde la primera debe contener la etiqueta de clase, mientras que la segunda no. La mayoría de algoritmos que maneja WEKA para este fin hacen selección de un subconjunto de atributos, mientras que otros establecen un ranking de los atributos más relevantes. También existen clasificaciones por el tipo de evaluación y por la dirección de búsqueda que son más complejas.

En la pestaña de selección de atributos de WEKA, se seleccionan un evaluador de atributos y un método de búsqueda. Hay evaluadores de dos tipos, los que pueden evaluar sólo un atributo, como los algoritmos InfoGain, GainRatio, Relief, OneR, SVM y PrincipalComponents. El otro tipo, corresponde a aquellos que evalúan el conjunto completo de atributos del cual eliminan atributos poco significativos o redundantes, dejando un subconjunto de datos más significativo, como CFS, Classifier, Consistency y Wrapper. También, existen evaluadores como CostSensitive, Filtered y Symmetrical que tienen algoritmos tanto para evaluar un atributo como para evaluar a varios, por lo cual se debe tener cuidado en el momento de seleccionarlos.

En cuanto a los métodos de búsqueda se refiere existen dos grandes divisiones:

- El método de búsqueda Ranker, sólo trabaja con evaluadores para un sólo atributo, es decir que no trabaja con ninguno de los evaluadores de subconjuntos, los cuales WEKA nombra como SubsetEval. Si se intenta forzar al Ranker a utilizar un evaluador de subconjuntos, WEKA mostrará una alerta como en la Figura 18.

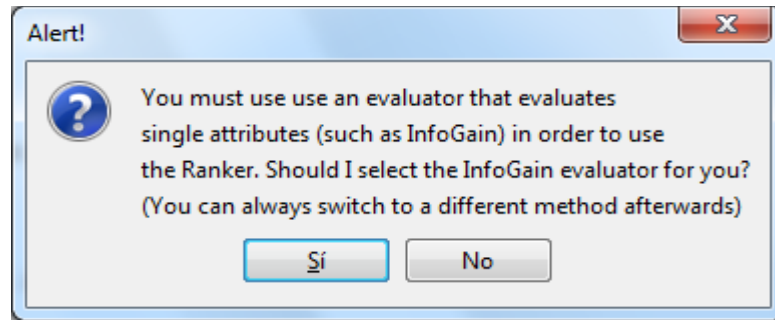


Figura 18: Alerta

- Los métodos de búsqueda BestFirst y GreedyStepwise, que trabajan con los evaluadores de varios atributos.

A continuación se muestran los resultados obtenidos, se selecciona un evaluador de cada tipo para poder comparar ambas informaciones.

Evaluador CfsSubSetEval

Métodos de Búsqueda	Atributos Seleccionados
BestFirst	Hora, CPU y timeInactivity
GreedyStepwise	Hora, CPU y timeInactivity

Figura 19: Selección atributos Cfs

Este evaluador entra dentro del segundo grupo de evaluadores indicados anteriormente, que eliminan directamente los atributos que consideran menos significativos.

Lo que nos viene a decir este evaluador con ambos métodos de búsqueda (otorgan el mismo resultado), es que los 3 atributos más importantes son la hora la CPU y el timeInactivity pero no cuantifican la importancia de cada uno de ellos.

Evaluador InfoGain

Métodos de Búsqueda	Ranker	Atributos Seleccionados
Ranker	0.751	timeInactivity
Ranker	0.121	CPU
Ranker	0.114	red

Ranker	0.113	hora
--------	-------	------

Figura 20: Selección atributos InfoGain

Este evaluador se encuentra dentro del primer grupo de evaluadores indicados anteriormente (solo pueden evaluar un atributo).

Lo que este evaluador nos hace ver es qué atributos considera que son los más importantes cuantificando la criticidad de cada uno de ellos. Se observa que el atributo timeInactivity es el más importante de todos los disponibles.

Evaluador OneR

Métodos de Búsqueda	Ranker	Atributos Seleccionados
Ranker	95.202	timeInactivity
Ranker	73.321	hora
Ranker	70.633	CPU
Ranker	63.916	Department
Ranker	63.148	Disco
Ranker	62.38	Disco PC
Ranker	61.42	V PC
Ranker	60.653	Red
Ranker	60.653	RAM PC
Ranker	58.733	RAM

Figura 21: Selección atributos OneR

Este evaluador se encuentra dentro del primer grupo de evaluadores indicados anteriormente (solo pueden evaluar un atributo).

Lo que este evaluador nos hace ver es qué atributos considera que son los más importantes cuantificando la criticidad de cada uno de ellos, ordenando los mismos de mayor a menor

importancia. A diferencia del anterior evaluador cuantifica la importancia de todos los atributos y no solo de los que él considera los más importantes.

Una vez más se ratifica que el atributo `timeInactivity` es el más importante de todos los disponibles.

4 Algoritmos de Clasificación

Las técnicas de minería de datos, constituyen el enfoque conceptual para extraer conocimiento y obtener modelos a partir de la información recopilada, además, pueden ser implementadas por varios algoritmos, cada uno de ellos con parámetros y características específicas. Entre las técnicas más empleadas se pueden mencionar:

- Árboles de Decisión.
- Redes Neuronales.
- Algoritmos Genéticos.
- Aprendizaje de Casos.

Los Árboles de Decisión será nuestro objeto principal pues es la técnica que usaremos para este trabajo. Un árbol de decisión constituye un conjunto de condiciones organizadas en una estructura jerárquica. Cada rama desde la raíz a las hojas puede ser interpretada como una regla, siendo los nodos hojas la clase asignada y los nodos internos en conjunción, los antecedentes de la regla. La clasificación de un ejemplo nuevo del que se desconoce su clase, se realiza siguiendo una trayectoria a partir de la raíz, y en este caso, al atributo clase, cuyo valor se desconoce, se le asigna el valor de la etiqueta de la hoja a la que se accede con ese ejemplo. Su uso ofrece grandes ventajas, pues en su forma más habitual, las opciones posibles son excluyentes, a partir de una determinada condición. Existen varios algoritmos que implementan esta técnica de clasificación, en este trabajo se usará el Algoritmo J48 que se describe a continuación.

1.2.9 J48

El algoritmo J48 de WEKA es una implementación del algoritmo C4.5, uno de los algoritmos de minería de datos más utilizado.

Se trata de un refinamiento del modelo generado con OneR. Supone una mejora moderada en las prestaciones, y podrá conseguir una probabilidad de acierto ligeramente superior al del anterior clasificador.

El parámetro más importante que deberemos tener en cuenta es el factor de confianza para la poda “confidence level”, que influye en el tamaño y capacidad de predicción del árbol construido. Para cada operación de poda, define la probabilidad de error que se permite a la hipótesis de que el empeoramiento debido a esta operación es significativo. A probabilidad menor, se exigirá que la diferencia en los errores de predicción antes y después de podar sea más significativa para no podar. El valor por defecto es del 25%. Según baje este valor, se permiten más operaciones de poda.

Para nuestro estudio construiremos un árbol de decisión con un valor del factor de confianza para la poda del 25% (por defecto).

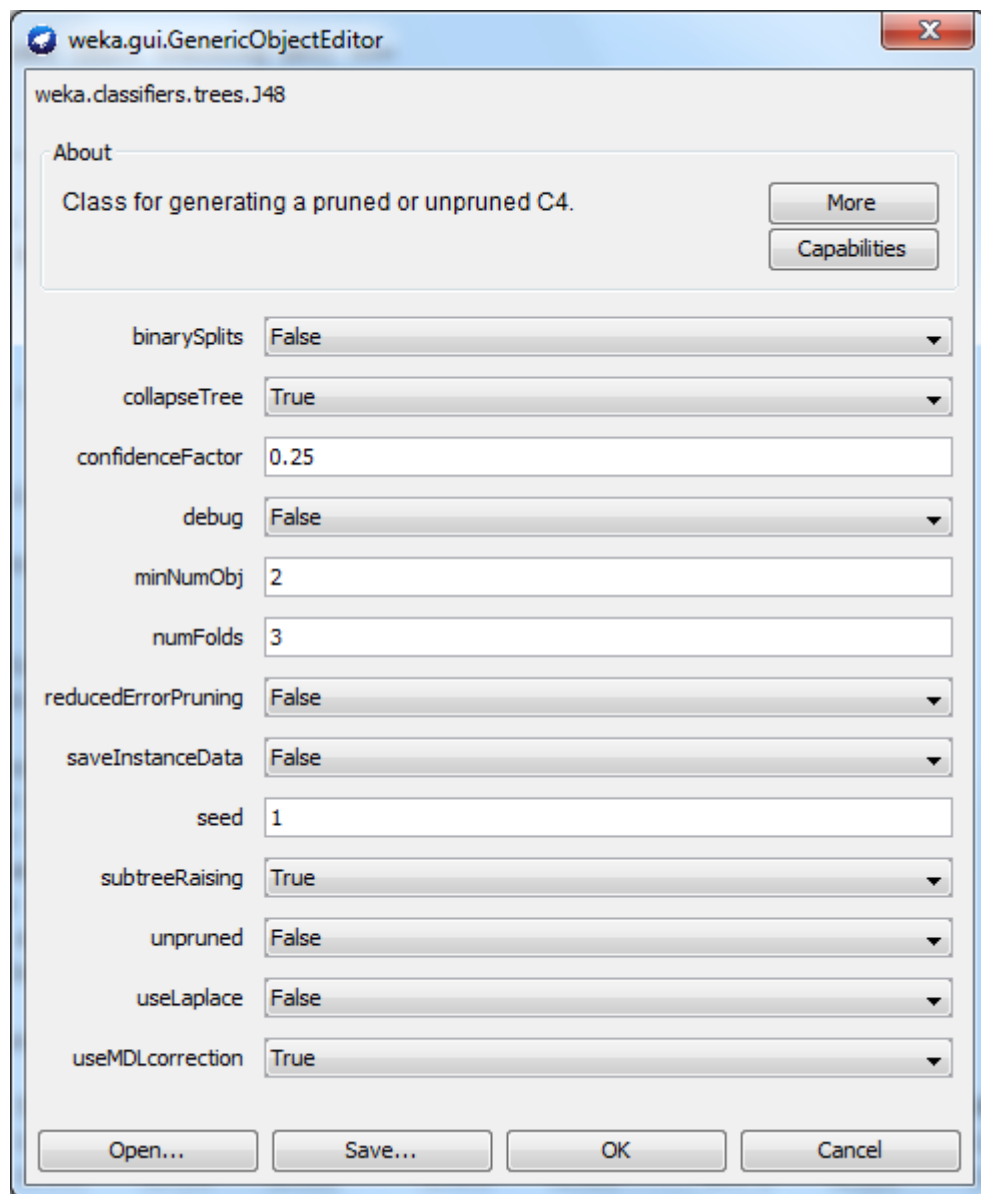


Figura 22: Confidence Level

El algoritmo J48 se basa en la utilización del criterio ratio de ganancia (*gain ratio*). De esta manera se consigue evitar que las variables con mayor número de posibles valores salgan beneficiadas en la selección. Además el algoritmo incorpora una poda del árbol de clasificación una vez que éste ha sido inducido.

Entre sus principales características se destaca que:

- Admite como variables predictoras, atributos tanto numéricos como simbólicos (nominal), sin embargo requiere que la clase o variable a predecir sea de tipo nominal.

- Permite el trabajo con pesos en los ejemplos.
- Admite faltas en los atributos (valores perdidos) tanto en el entrenamiento como en la predicción del ejemplo.

1.2.10 Técnicas de Evaluación

Antes de construir un modelo se debe definir un procedimiento para probar la calidad del modelo y su validez. Por tanto, para entrenar y probar un modelo, el diseño de prueba específica dividir los datos en dos conjuntos: entrenamiento y prueba. Dependiendo de la tarea de minería de datos existen diferentes medidas de evaluación de los modelos:

- Use training set: se emplea todo el conjunto de datos para entrenar el modelo y después se prueba (esta técnica puede ser muy buena para ese conjunto de datos pero puede ser poco precisa para nuevos datos).
- Supplied test: se emplea un conjunto de datos para entrenar y otro conjunto independiente al universo de los datos con los que se está trabajando (corriendo el riesgo que el conjunto de prueba no refleje o se corresponda con las características de los datos que se emplearon para entrenar el modelo).
- Percentage split: se emplea un % aleatorio de datos para entrenar y otro % para probar, este método difiere del anterior en que ambos conjuntos pertenecen al universo de datos con el que se está trabajando por lo que se elimina el riesgo que corre el anterior.
- Cross validation: Los datos se dividen aleatoriamente en dos conjuntos equitativos con los que se estima la precisión predictiva del modelo. Para ello, primero se construye un modelo con el primer conjunto y se usa para predecir los resultados en el segundo conjunto y calcular así un ratio de error (o de precisión). A continuación, se construye un modelo con el segundo conjunto y se usa para predecir los resultados del primer conjunto, obteniéndose un segundo ratio de error. Finalmente se construye un modelo con todos los datos, se calcula un promedio de los ratios de error y se usa para estimar su mejor precisión. Existe una variante de este método denominado validación cruzada de N pliegues que hace lo mismo pero divide el conjunto de datos en N subconjuntos definidos anteriormente por el analista.

Para este caso particular se utiliza el método de evaluación *validación cruzada con n pliegues (n-fold cross validation)*. En la herramienta de análisis de datos *Weka 3.5.8* esta opción posibilita dividir aleatoriamente las instancias en tantas carpetas como indica el parámetro *Folds* dentro de la ventana correspondiente a la tarea de clasificación.

El método de evaluación *n-fold cross validation* divide por defecto el conjunto de datos en 10 subconjuntos de forma aleatoria. Posteriormente se realizan 10 iteraciones (igual al número de subconjuntos definido), donde en cada una se reserva un grupo diferente para el conjunto de prueba y los restantes 9 (uniendo todos los datos) para construir el modelo (entrenamiento). En cada iteración se mide el error del modelo. Por último se construye el modelo con todos

los datos y se obtiene su error promediando los obtenidos anteriormente en cada una de las iteraciones.

1.2.11 Decisión Algoritmo de Clasificación

Una de las métricas fundamentales a la hora de evaluar un algoritmo de aprendizaje automático son las instancias que dicho algoritmo clasifica correctamente.

Para poder disponer de un conjunto de prueba con el que determinar el número de instancias clasificadas correctamente, el software WEKA descompone automáticamente el dataset suministrado, y divide las muestras en dos conjuntos bien diferenciados:

- Un porcentaje alto de muestras servirán como conjunto de entrenamiento, y serán las que permitan construir un modelo.
- Un porcentaje menor de muestras servirán para formar el conjunto de prueba y servirán para evaluar el modelo generado por el algoritmo de aprendizaje basándose en el conjunto de entrenamiento anterior.

A continuación se muestran los mejores algoritmos de clasificación de los disponibles en el WEKA.

Como se menciona anteriormente en el apartado de la elección de los atributos que forman el dataset, se han estudiado dos opciones, por lo que en las tablas posteriores se muestran las dos vías como punto de información para la justificación de porque se ha escogido la de incluir el `timeInactivity` como atributo.

Como medida de cuantificación de qué algoritmo es mejor, se han elegido las dos representaciones más importantes:

- % Instancias clasificadas correctamente
- Media de la F1: Medida de precisión fundamental a la hora de evaluar la bondad del clasificador.

Con timeInactivity

Algoritmo	Precisión	F1
J48	94.2418 %	0,942
SimpleLogistic	93.666 %	0,935
Logistic	93.666 %	0,935
LWL	95.0096 %	0,95
AdaBoostM1	95.2015 %	0,952
AttributeSelectedClassifier	95.2015 %	0,952
Bagging	95.0096 %	0,95
FilteredClassifier	95.2015 %	0,952
RandomCommitee	93.4741 %	0,935
RandomSubSpace	94.2418 %	0,942
DecisionTable	95.2015 %	0,952
DecisionStump	95.2015 %	0,952
LMT	93.666 %	93.666 %

Figura 23: Algoritmos Clasificación con timeInactivity**Sin timeInactivity**

Algoritmo	Precisión	F1
J48	78.6948 %	0,785
Bagging	81.9578 %	0,816
RandomCommitee	79.8464 %	0,795
RandomSubSpace	76.7754 %	0,752
LMT	79.2706 %	0,788
RandomForest	79.8464 %	0,792
REPTree	77.9271 %	0,775
JRip	76.5835 %	0,762

Figura 24: Algoritmos Clasificación sin timeInactivity

Como se observa en las dos tablas anteriores la diferencia existente entre disponer del campo Tiempo de Inactividad como atributo del conjunto de datos (ver figura 23) a no tenerlo (ver Figura 24) hay una diferencia notoria. Por tanto, queda justificada la inclusión de este atributo dentro del dataset.

En cuanto a la elección del algoritmo de aprendizaje automático a escoger, se han tenido en cuenta las medidas obtenidas en la figura 11. Como se puede observar no existe demasiada diferencia en cuanto al porcentaje de instancias clasificadas correctamente se refiere entre los mejores algoritmos de clasificación, lo que nos lleva a decantarnos por la utilización del algoritmo de aprendizaje J48 perteneciente a la clase trees. Su elección está justificada desde

el punto de vista de que este algoritmo genera un modelo que ofrece como salida del mismo su en una estructura de árbol, lo que es fácilmente implementable en cualquier lenguaje de programación con el que desee trabajar.

1.2.12 Obtención y descripción del modelo

Los modelos constituyen la forma de representar el conocimiento obtenido a partir de los datos analizados, y su construcción está determinada por una tarea de minería de datos previamente escogida, el tipo de técnica empleada, y el algoritmo implementado para realizarlo.

A partir de las características que engloban, los modelos pueden clasificarse en dos tipos: *predictivos* y *descriptivos*.

Los modelos *predictivos* estiman o predicen valores futuros de la variable objetivo del análisis, también conocida como variable dependiente, partiendo de otros datos que se consideran influyentes en su comportamiento.

Los modelos *descriptivos* posibilitan explorar las propiedades de los datos que se examinan e identificar patrones que explican, resumen o caracterizan los mismos.

Algunas tareas que producen modelos predictivos son la clasificación y la regresión, otras como el agrupamiento, la asociación y la correlación dan lugar a modelos descriptivos; además, cada tarea puede ser realizada utilizando distintas técnicas y algoritmos, aunque estos pueden ser empleados para distintos propósitos.

Una vez definida la tarea, técnica y algoritmo que se van a usar pasamos a la obtención del modelo, para ello se enuncian los valores de las opciones de configuración que fueron escogidos por cada algoritmo de minería a aplicar y con los cuales se obtienen los respectivos modelos. Luego se presentan los resultados alcanzados y se analizan con el objetivo de obtener conclusiones relevantes.

1.2.13 Salida J48

=== Run information ===

Scheme: weka.classifiers.trees.J48 -C 0.25 -M 2
Relation: inactividad
Instances: 521
Attributes: 11
departament
hora
CPU
RAM
disco
red
RAMPC
discoPC
vPC
timeInactivity
class
Test mode: 10-fold cross-validation

=== Classifier model (full training set) ===

J48 pruned tree

timeInactivity <= 82: Activo (334.0/12.0)
timeInactivity > 82: Inactivo (187.0/11.0)

Number of Leaves : 2

Size of the tree : 3

Time taken to build model: 0.25 seconds

=== Stratified cross-validation ===

=== Summary ===

Correctly Classified Instances	491	94.2418 %
Incorrectly Classified Instances	30	5.7582 %
Kappa statistic	0.8743	
Mean absolute error	0.0904	
Root mean squared error	0.2287	
Relative absolute error	19.5882 %	
Root relative squared error	47.6292 %	

Coverage of cases (0.95 level)	96.5451 %
Mean rel. region size (0.95 level)	61.2284 %
Total Number of Instances	521

=== Detailed Accuracy By Class ===

		TP Rate	FP Rate	Precision	Recall	F-Measure	MCC
ROC Area	PRC Area	Class					
		0,964	0,096	0,947	0,964	0,955	0,875
0,926	0,921	Activo					
		0,904	0,036	0,934	0,904	0,919	0,875
0,926	0,896	Inactivo					
Weighted Avg.		0,942	0,074	0,942	0,942	0,942	0,875
0,926	0,912						

=== Confusion Matrix ===

a	b	<-- classified as
321	12	a = Activo
18	170	b = Inactivo

El árbol formado por el algoritmo de clasificación J48 puede verse en la siguiente imagen:

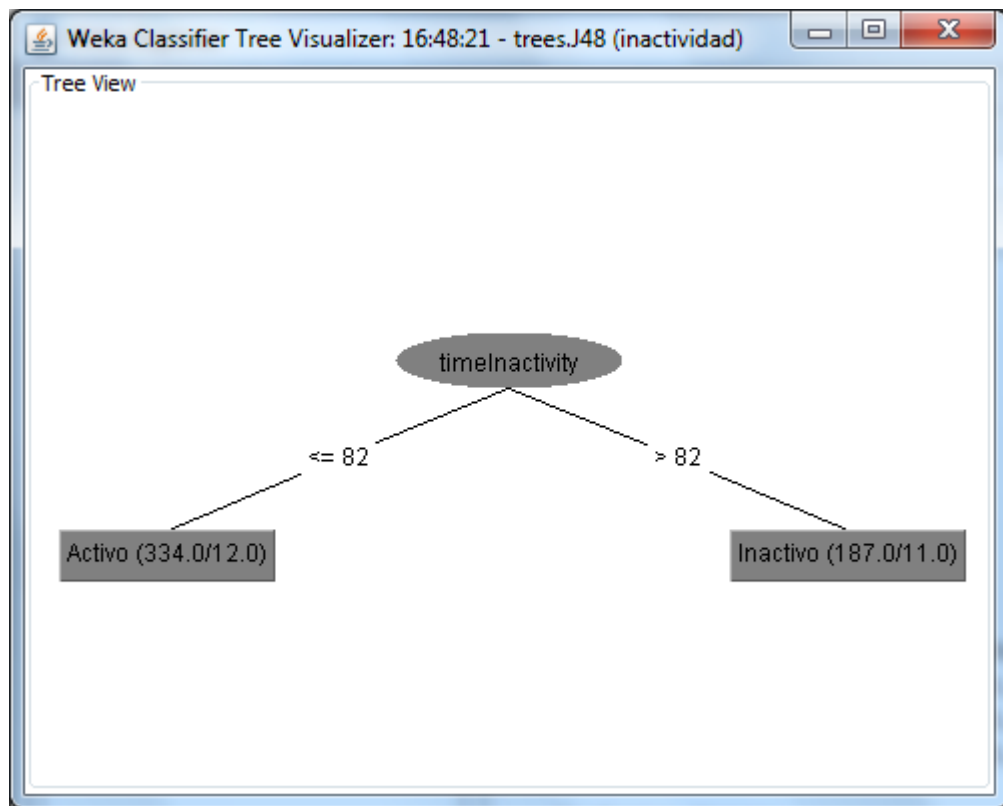


Figura 25: Árbol J48 considerando el atributo timeInactivity

Este árbol puede compararse al obtenido en las pruebas realizadas sin tener en cuenta el atributo timeInactivity, que es el siguiente:

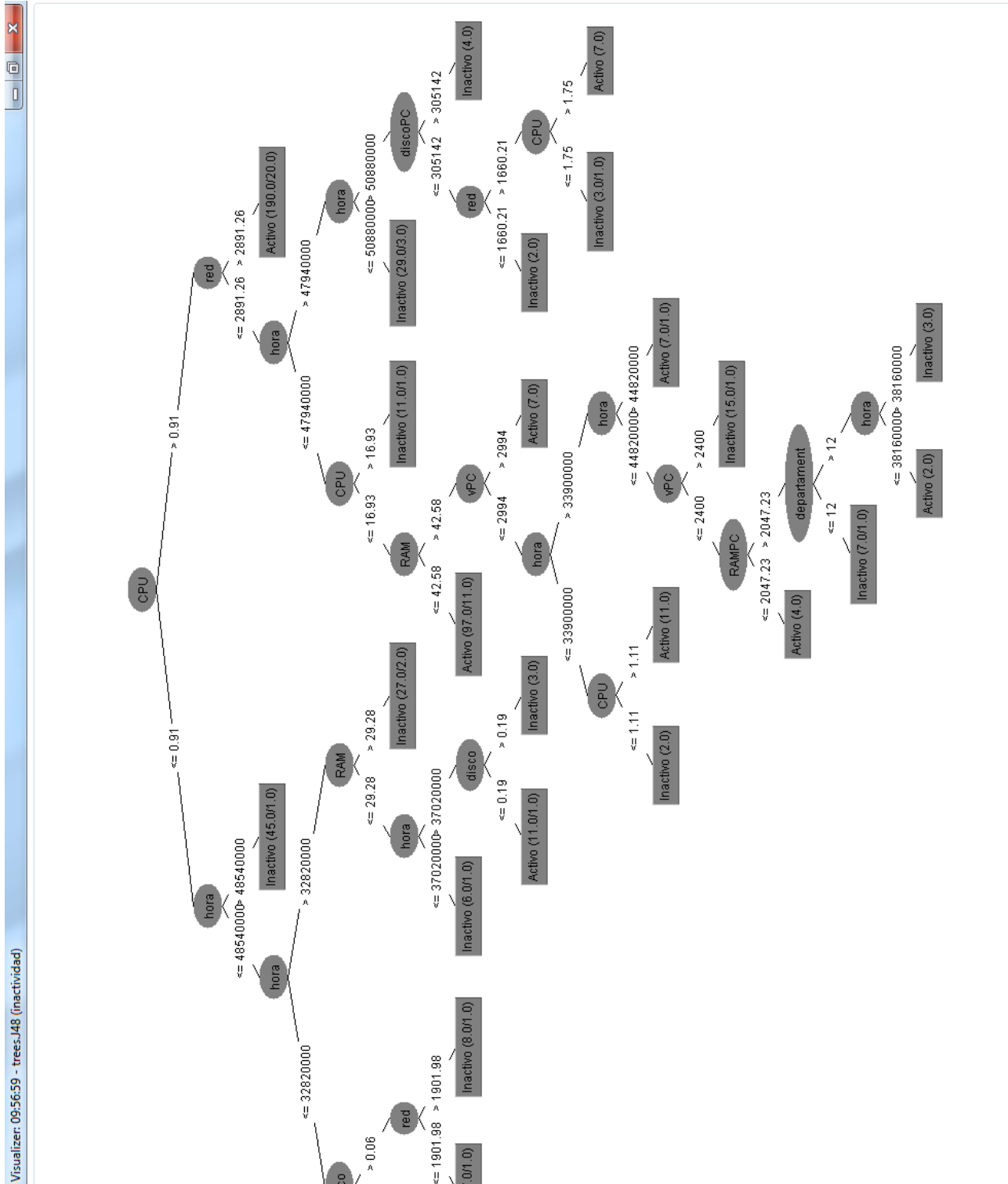


Figura 26: Árbol J48 sin considerar el atributo timeInactivity

Como puede observarse la complejidad de uno y otro árbol es muy diferente, para que además el porcentaje de instancias correctamente clasificadas para el segundo de los árboles sea netamente inferior.

5 Conclusión

Como se puede observar en la figura anterior el árbol que el algoritmo de clasificación ha generado es muy simple lo que viene a reflejar la criticidad en cuanto a importancia del atributo “timeInactivity”.

Analizando dicho árbol la conclusión final que se puede extraer es la siguiente:

- Un PC se puede considerar Inactivo cuando el tiempo de inactividad (atributo “timeInactivity”) de dicho PC en cualquier momento sea estrictamente los 82 segundos.

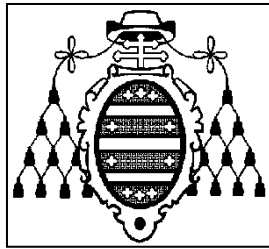
Con la conclusión mencionada anteriormente se consigue el objetivo primordial que se perseguía desde un inicio que no era otro que el poder responder a la siguiente pregunta:

¿Cuándo un PC está inactivo?

Con todo el estudio realizado se puede concluir que el algoritmo de aprendizaje automático ha conseguido dar respuesta a la anterior pregunta. Y esta es:

- Cuando el tiempo de inactividad sea mayor a 82 segundos.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Análisis del tiempo de inactividad para la gestión energética de flotas de PCs

DOCUMENTO N° V

Estudio de la inactividad mediante análisis gráfico

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Índice

1	Introducción.....	4
2	Representación Periodos de Inactividad.....	5
3	Representación del Ahorro	9
4	Métricas Satisfacción Usuarios	10
4.1	Métrica 1: Sin Ponderación.....	10
4.2	Métrica 2: Ponderación 1	11
4.3	Métrica 3: Ponderación 2	12
4.4	Problema	14
5	Aplicación Web Lectura de Fichero	15
6	Aplicación Web Lectura Base de datos	19
7	Problemas	22
7.1	Problema de muestreo.....	22
7.2	Problemas de Rendimiento	22
8	Resultados Gráficos 1º Fase de Pruebas.....	24
8.1	Gráficos No Acotados.....	25
8.2	Gráficos Acotados.....	32
8.3	Conclusión	38

Lista de figuras

FIGURA 1: LONGITUD DE PERIODOS DE INACTIVIDAD	6
FIGURA 2: LONGITUD DE PERIODOS DE INACTIVIDAD CON IDLE TIMER	7
FIGURA 3: GRÁFICA P(x).....	13
FIGURA 4: CABECERAS .CSV	15
FIGURA 5: PANTALLA PRINCIPAL .CSV	16
FIGURA 6: OPCIONES PRECISIÓN IDLE TIMER.....	16
FIGURA 7: PANTALLA PRINCIPAL BD	19
FIGURA 8: ELECCIÓN DE LA MUESTRA	20
FIGURA 9: INTERVALO DE ESTUDIO.....	20
FIGURA 10: PARÁMETROS DE CONFIGURACIÓN	21
FIGURA 11: RESULTADOS FASE 1	24
FIGURA 12: INACTIVIDAD ACUMULADA.....	25
FIGURA 13: RESUMEN MÉTRICA 1	27
FIGURA 14: RESUMEN MÉTRICA 2	28
FIGURA 15: RESUMEN MÉTRICA 3	29
FIGURA 16: COMPARATIVA RESULTADOS MÉTRICAS	30
FIGURA 17: LÍMITES DE REPRESENTACIÓN	32
FIGURA 18: RESUMEN MÉTRICA 1	33
FIGURA 19: RESUMEN MÉTRICA 2	35
FIGURA 20: RESUMEN MÉTRICA 3	36
FIGURA 21: COMPARATIVA RESULTADOS MÉTRICAS Y AHORRO.....	38

1 Introducción

Siguiendo con el problema de la definición del concepto de la inactividad, se orienta la obtención de dicha respuesta desde otro enfoque totalmente distinto al que se ha realizado en el documento anterior: Estudio de la inactividad mediante algoritmo de aprendizaje automático.

Se plantea la obtención de dicho parámetro mediante un análisis gráfico y matemático sumamente detallado. Dicho análisis estará compuesto desde tres estudios diferenciados:

- Representación de los periodos de inactividad totales (idle periods).
- Representación simultánea de la satisfacción producida al usuario asociada al ahorro final producido en base al idle timer seleccionado.
- Misma representación anterior con un coeficiente de ponderación distinto.

Primeramente se realizó un análisis de los datos generando gráficas en Excel. Estas gráficas se utilizaron para validar las métricas propuestas y para realizar una comparación con el resultado obtenido mediante el algoritmo genético. Para ello se utilizaron las mismas muestras empleadas en el desarrollo del algoritmo genético. Finalmente, se decidió que sería necesario que el usuario de la aplicación de gestión de energía pudiese realizar este análisis gráfico utilizando los datos que tenga disponibles en cada momento. Para ello se realizan dos grandes divisiones en cuanto a la extracción de resultados se refiere:

- Por un lado se construirá un módulo que sea capaz de extraer los datos suministrados en un fichero, típicamente con una extensión .csv, los analice y construya las que se han considerado más útiles, para ese determinado conjunto de datos. Esta herramienta resulta útil porque la aplicación PC Fleet Power Manager tiene varias versiones con modelos de bases de datos distintos, pero todas las versiones permiten generar ficheros CSV con el mismo formato.
- Para una versión final se deberá de unir y acoplar una aplicación web que se capaz de extraer los datos recogidos en la base de datos de la aplicación, los analice y construya las gráficas con los datos actualizados hasta el mismo momento de la construcción de las mismas. Esto, puede ser de gran ayuda a la hora de la toma de decisiones en la organización donde se vaya a implantar la aplicación de ahorro energético por parte de los administradores de TI.

Ambas aplicaciones formarán parte de toda la aplicación web final y le ofrecerán al gobierno de TI encargado del manejo de dicha aplicación una visión general y minuciosa del ahorro producido en base a la elección de un idle timer determinado.

2 Representación Periodos de Inactividad

En el análisis de los periodos de inactividad de un PC o un grupo de PCs existen dos medidas sumamente importantes:

- Los instantes cuando suceden dichos periodos de inactividad.
- La duración de dichos periodos.

Los instantes cuando suceden estos periodos (localizados en el tiempo) son importantes, porque si los periodos están concentrados cerca de un instante específico (por ejemplo, al mediodía, a la hora de comer) es una indicación de que muchos trabajadores dejan sus PCs en un intervalo próximo a ese momento. Este hecho, puede ser usado para generar órdenes centralizadas de encendidos y apagados de PCs.

La duración de los periodos de inactividad es esencial para estimar el tiempo que el sistema de Power Managment debería de esperar para considerar la falta de eventos del usuario un estado de inactividad real. Una vez que dicho estado de inactividad ha sido detectado se podrá aplicar la política energética correspondiente. Este tiempo de espera puede ser usado por el idle timer del sistema operativo para aplicar sus propias políticas energéticas.

La idea principal que se persigue con todo este análisis no es otra que definir el valor del idle timer.

La gráfica que se presenta a continuación muestra los periodos de inactividad de los grupos de PCs que han sido muestreados para la elaboración del algoritmo de aprendizaje automático presentado en el documento 4 Algoritmo de aprendizaje automático.

La representación de estos periodos ha sido realizada en orden incremental.

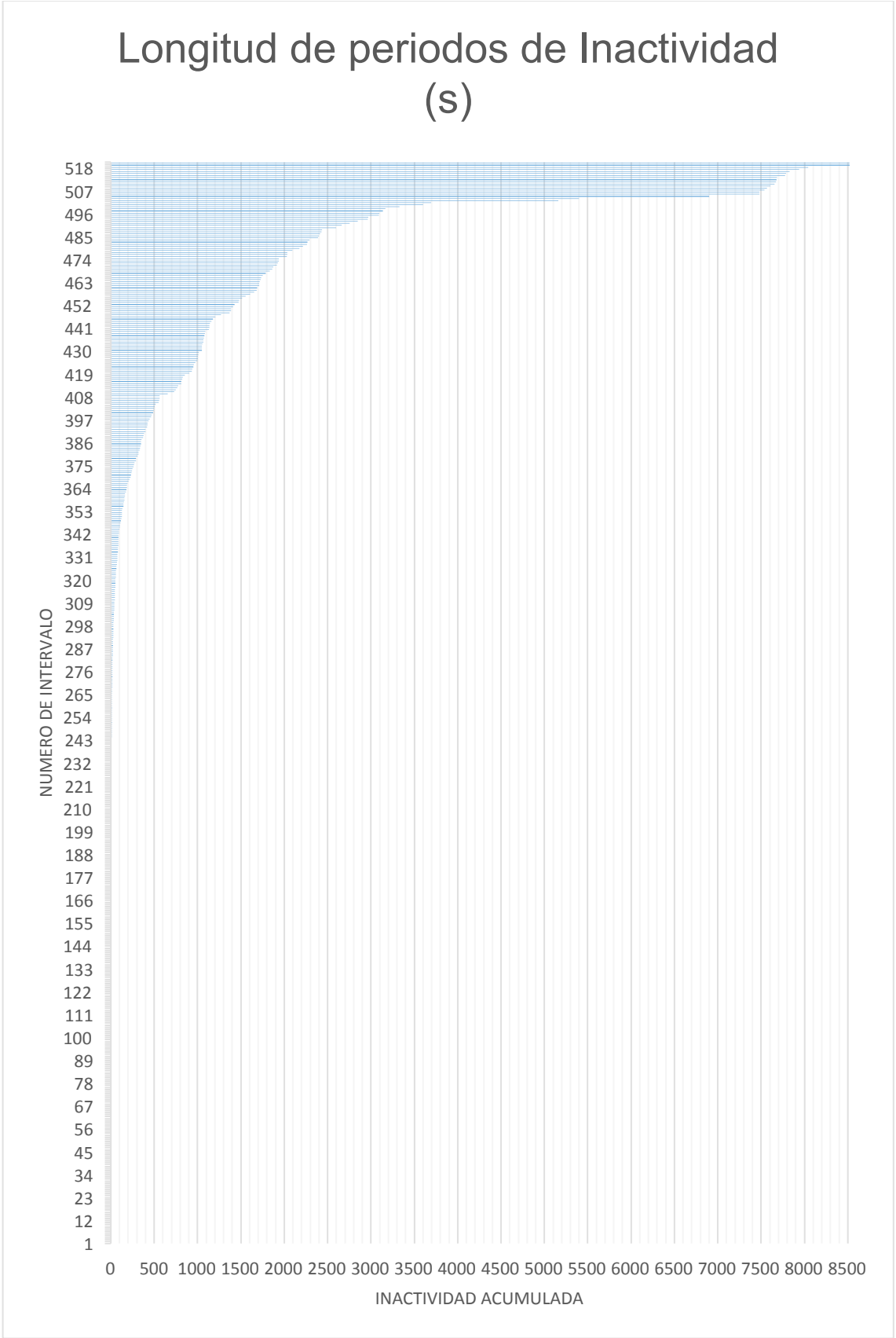


Figura 1: Longitud de periodos de inactividad

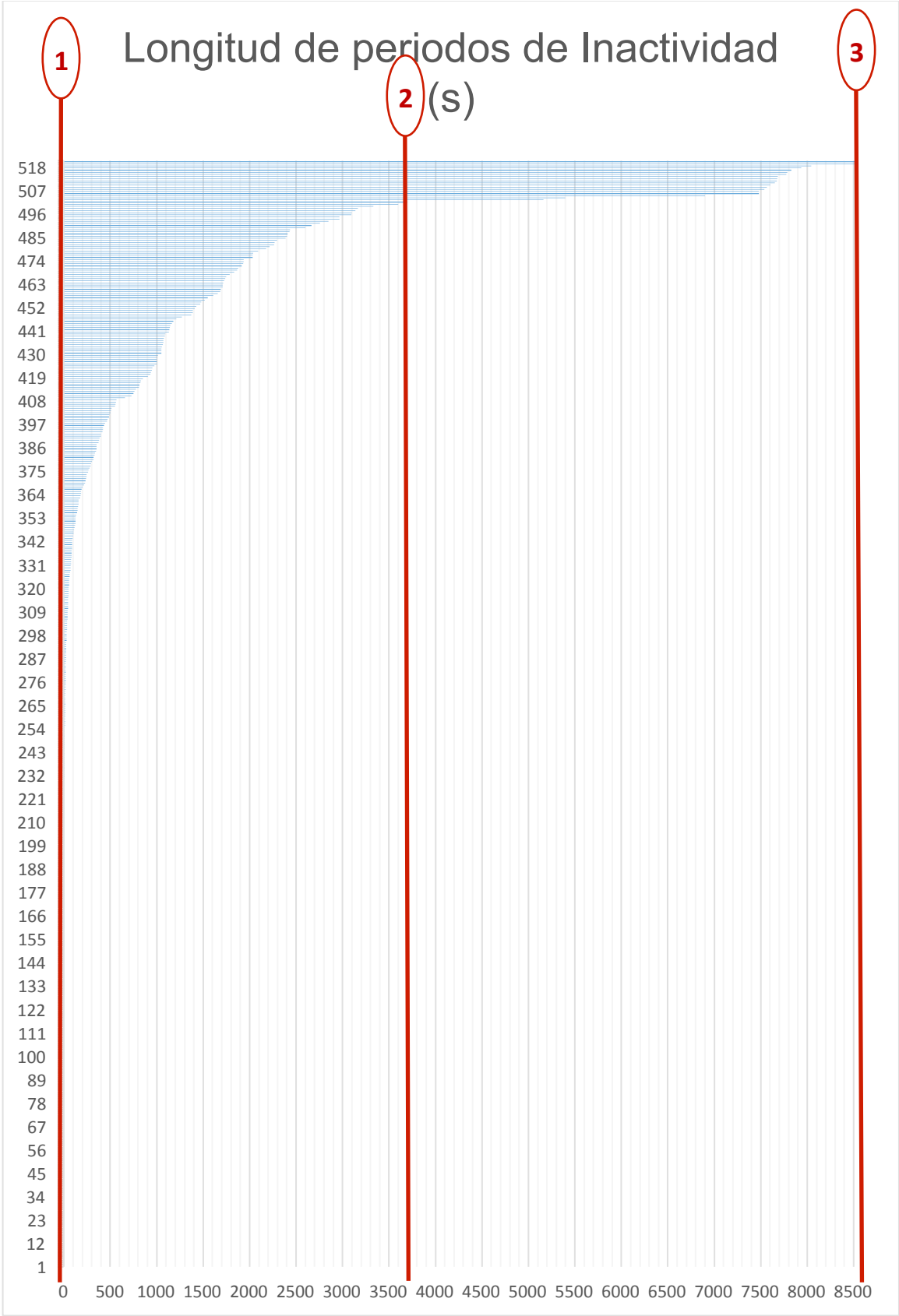


Figura 2: Longitud de periodos de inactividad con idle timer

En la primera de las dos gráficas (**Figura 1: Longitud de periodos de inactividad**), se representa la longitud de los periodos de inactividad de todos los PCs muestreados ordenados de menor a mayor. El valor de los periodos de inactividad detectados varía entre [1, 10190] segundos.

En la segunda gráfica (**Figura 2: Longitud de periodos de inactividad con idle timer**), se incluye además la selección de tres valores para un idle timer ideal.

La selección 1 provee un gran ahorro energético, en concreto el valor óptimo de ahorro. Para cada periodo de inactividad detectado, se produciría un aviso en el idle timer y se ejecutaría la política de ahorro energético pertinente. Esta selección del idle timer también maximiza las perturbaciones producidas a los usuarios, ya que cada usuario debería despertar su PC en todos los periodos de inactividad.

La selección 3 no provee ningún ahorro energético. El valor del idle timer es tan alto que nunca se produciría un aviso de que se sobrepasó el tiempo del idle timer y por tanto nunca se aplicaría ninguna política energética. Esta selección no causa ninguna perturbación a los usuarios ya que nunca se producirá ningún reinicio ni suspensión.

La selección 2 muestra un valor intermedio del idle timer entre las dos anteriores selecciones.

Para seleccionar el valor más apropiado para el idle timer (V_{it}) se debe decidir entre dos aspectos:

- El valor debería de minimizar la inactividad total de los PCs, reduciendo los periodos en los cuales los PC permanecen en un estado idle. Estos requerimientos precisan de un valor bajo para V_{it} .
- El valor debería también minimizar el número de veces que los usuarios sufren un reinicio del PC, lo que supone una insatisfacción del usuario final. Estos requerimientos precisan de un alto valor para V_{it} .

Para que el administrador del sistema pueda escoger el valor adecuado para su organización del idle timer, debe ser capaz de llegar a un compromiso entre estos dos factores. Para ello necesita información cuantitativa que le permita conocer cuánto se ahorra y qué grado de satisfacción tendrán los usuarios según el valor del idle timer escogido. Por esta razón, se decidió crear métricas que permitiesen mostrar al administrador estos valores cuantitativamente. Las principales de estas métricas se explican a continuación.

3 Representación del Ahorro

Se representa por Ecuación 1: Porcentaje de ahorro:

$$A = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} MIN(T_i, Vit)}{\sum_{i=1}^{NT} T_i} \times 100$$

Ecuación 1: Porcentaje de ahorro

Las siglas que aparecen en la fórmula anterior y en las demás que se presentarán a lo largo del documento son:

- A: Ahorro
- T_i : Duración temporal del intervalo del i-ésimo intervalo de inactividad detectado
- Vit: Se trata del valor del idle timer
- NT: Es el total de intervalos de inactividad detectados

Esta métrica indica qué porcentaje del tiempo que los PCs están inactivos se eliminaría si se suspendiesen los PCs tras detectar una inactividad superior al idle timer V_{it} .

4 Métricas Satisfacción Usuarios

Sin duda, la tarea más compleja y que más capacidad de análisis necesitó del proyecto fue la de cómo calcular las Resumptions o la Satisfacción del Usuario. Todo el trabajo desarrollado en este proyecto va encaminado a resolver el problema de la definición de un idle timer óptimo o cercano al óptimo. Para ello, una parte fundamental a considerar y que se comentó anteriormente en documentos anteriores es el cómo valorar la satisfacción conllevada al usuario con la elección de uno u otro valor del idle timer.

Un valor muy pequeño conlleva un ahorro energético cercano al óptimo pero producirá continuas molestias al usuario, al producirse la suspensión o apagado de su equipo tras intervalos de tiempo muy cortos, lo que ocasionaría continuas quejas por parte de los usuarios.

Un valor muy alto para el idle timer implicaría una satisfacción cercana al 100% por parte de todos los usuarios debido a que prácticamente nunca se les suspendería o apagaría el ordenador, pero esta política significaría un ahorro muy pobre para la organización, prácticamente como lo está en estos momentos sin la aportación de la aplicación que estamos desarrollando.

Por tanto, puede observarse que la decisión de cómo cuantificar la satisfacción producida al usuario con uno u otro valor para el idle timer es crucial. Por ello se han desarrollado las tres métricas que presentan a continuación.

4.1 Métrica 1: Sin Ponderación

Se trata de la métrica más trivial de todas las estudiadas. No se pondera la molestia que le supone al usuario un reinicio bajo ningún tipo de criterio, sino que se simplifica de manera que cualquier inactividad detectada que tenga un valor superior al idle timer es tenida en cuenta de la misma forma, da igual que el reinicio del ordenador supere dicho valor por 1 segundo que por 10 minutos.

La fórmula matemática de la métrica que se presenta es la siguiente:

$$SSP = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} 1 \text{ if } (T_i > Vit)}{NT} \times 100$$

Ecuación 2: Porcentaje de Satisfacción Ponderación 1

Donde:

- SSP: Satisfacción Usuarios sin Ponderación

Evidentemente, puede observarse fácilmente que esta métrica no ofrece resultados del todo ciertos, ya que la molestia que se le produce al usuario no es la misma cuando se le suspende el ordenador y pasado 1 segundo lo reinicia, que si pasados 10 minutos reinicia el PC. Es más, si se produce el primer caso, lo normal sería que se considerase un fallo en la elección del valor para el idle timer, ya que si por ejemplo este valor está fijado en 80 segundos, al usuario se le suspende el PC cuando se detecta una inactividad igual o superior a 80 segundos, y si el usuario reinicia su ordenador a los 81 segundos es que se ha fallado en la elección del valor idle timer, que tendría que ser más alto. Sin embargo, si el usuario reinicia su PC 10 minutos después de producirse la suspensión, está puede considerarse un acierto, ya que se han producido 10 minutos de ahorro energético.

Como se comenta, esta métrica valora de igual forma ambos reinicios, lo que un principio parece mejorable y da lugar a pensar en formar algún criterio de ponderación que de un peso a los reinicios.

4.2 Métrica 2: Ponderación 1

La métrica que se presenta a continuación ya introduce un factor de ponderación que intenta cuantificar la incomodidad producida por un reinicio. Como se mencionaba anteriormente es necesario cuantificar qué importancia tiene uno u otro reinicio del usuario una vez que se le ha suspendido el ordenador por haberse detectado un periodo de inactividad superior al valor del idle timer.

La métrica desarrollada sigue la siguiente fórmula matemática:

$$SP1 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} \frac{1}{T_{reset}} \text{ if } (T_i > V_{it})}{NT} \times 100$$

Ecuación 3: Satisfacción Usuarios con Ponderación 1

Donde:

- SP1: Satisfacción Usuario Ponderación 1
- $T_{reset} = T_i - V_{it}$.

Esta métrica trata de otorgar un peso a cada reinicio producido, siguiendo el ejemplo anterior:

- Para el ejemplo de 1 segundo tras el reinicio por parte del usuario, el resultado de esta métrica sería: $1 - 1 = 0$

- Sin embargo, para un reinicio producido tras 10 minutos, el resultado de esta métrica sería: $1-(1/600) = 0,9983$.

Por tanto ya se puede decir que con este análisis se le da una importancia mucho mayor al primero de los casos ya que produciría una satisfacción del 0%, mientras que el segundo de los casos produciría una satisfacción del 99,83%.

Esta métrica es la más agresiva de todas las analizadas, ya que la curva generada por ella crece rápidamente hacia el 100% de satisfacción.

El principal problema que plantea esta gráfica son los picos que genera, producidos por el factor de ponderación que lleva. Mientras que la lista de idle timer es uniforme y crece de unidad en unidad entera en el siguiente [1, máximo valor de inactividad], la lista de inactividades da saltos debido a los valores de inactividades con decimales que se pueden registrar. El problema de este factor de ponderación se muestra en el siguiente ejemplo:

- Lista idle timer: [1, 2, 3, 4]
- Lista inactividades: [1.0, 1.5, 3.2, 4.001]

Para este caso particular, esta métrica produciría los siguientes valores, que serían los representados en la gráfica:

- Lista métrica 2: [0, 0.5, 6.28, 1001.83]

Como se puede observar en el ejemplo propuesto, en el momento que se registre una inactividad que esté muy cerca de uno de los valores correspondientes al idle timer, el valor calculado para la lista de la métrica 2 se dispara, lo que origina una gran perturbación en la representación final. Este hecho sucede en la opción donde se recogen las muestras de la base de datos, ya que las inactividades que se extraen de este método tienen una precisión decimal mucho mayor que las extraídas de un fichero .CSV que no poseen dicha precisión decimal y que hacen que la perturbación quede muy difuminada.

4.3 Métrica 3: Ponderación 2

Es la métrica más refinada y que más fielmente refleja la satisfacción producida al usuario con la elección de uno u otro valor para el idle timer. Está basada en un factor de ponderación de la suspensión que puede explicarse a través de la siguiente gráfica:

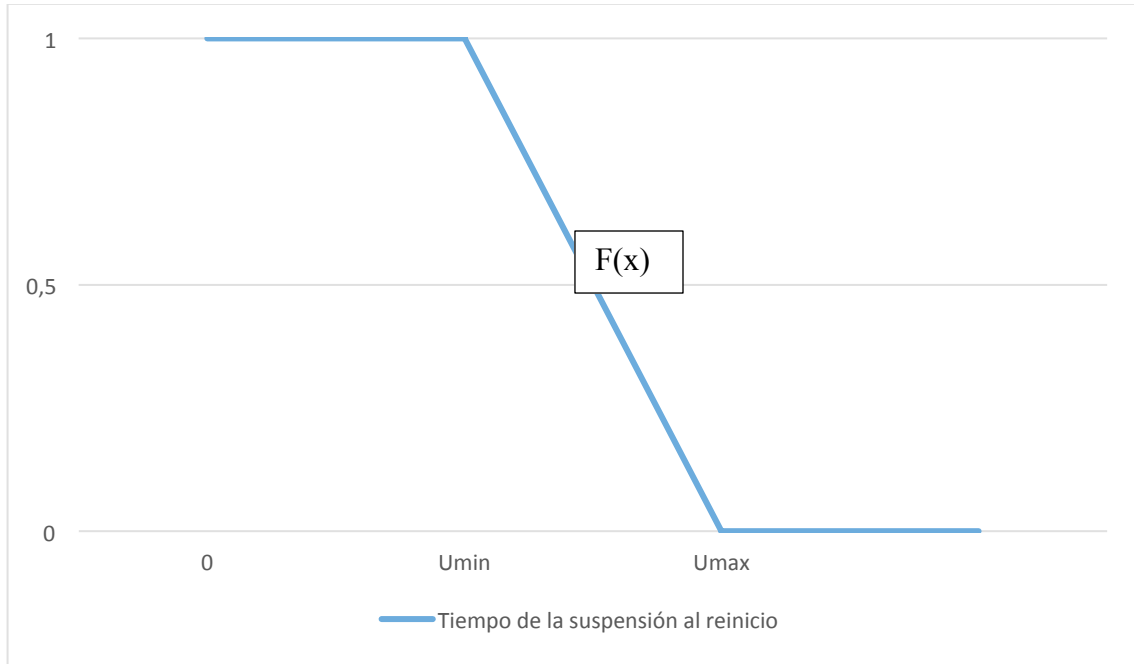


Figura 3: Gráfica P(x)

Como se puede observar en la gráfica anterior, si el usuario reinicia al poco tiempo de haber suspendido el PC, por debajo de un valor denominado umbral mínimo (U_{min}), el reinicio se considera como un fallo y por tanto acarrea la máxima molestia al usuario.

Por otro lado, si el usuario reinicia un gran tiempo después de haber suspendido el PC, es decir, por encima de un valor denominado umbral máximo (U_{max}), la suspensión se considera un acierto y se considera a su vez que no molesta nada al usuario, con lo que la insatisfacción del usuario es mínima.

La fórmula matemática de $P(x)$ es:

$$P(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } (T_{reset} < U_{min}) \\ 0 & \text{if } (T_{reset} > U_{max}) \\ 1 + \frac{(T_{reset} - U_{min}) * (-1)}{U_{max} - U_{min}} & \text{if } (U_{max} < T_{reset} < U_{min}) \end{cases}$$

Ecuación 4: Fórmula P(x)

Luego la fórmula final de esta métrica viene dada por:

$$SP2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{NT} P(x) \text{ if } (T_i > V_{it})}{NT} \times 100$$

Ecuación 5: Satisfacción Usuarios con Ponderación 2

Esta métrica representa valores intermedios entre las dos mostradas anteriormente, no llega a ser tan agresiva como la métrica 2 ni tan tenue como la métrica 1.

4.4 Problema

Debido al problema de muestreo que se explicará en la posterior sección, de cara a realizar un análisis lo más fiel a la realidad posible, para considerar un intervalo de inactividad éste tiene que ser mayor que el tiempo de muestreo. Es decir, basta con establecer en la métrica anterior el valor:

- $U_{min} = T_{muestreo}$.

Esta métrica se ha decidido no implementarla en las gráficas para no sobrecargar más las mismas. Sin embargo en el parámetro de Intervals inactivity between, se puede hacer que el valor $Min = T_{muestreo}$ con lo que todas las métricas tendrían en cuenta el concepto extraído en esta métrica.

El valor del umbral mínimo seleccionado por el usuario no tiene por qué estar relacionado directamente con el tiempo de muestreo, el usuario tendrá la total libertad de situarlo donde el crea conveniente y analizar el gráfico saliente para el umbral mínimo introducido.

5 Aplicación Web Lectura de Fichero

Esta aplicación será la encargada de permitir al usuario realizar un análisis, mediante la observación de las gráficas que se le mostrarán, a partir de un determinado fichero. Este fichero deberá tener extensión .csv y deberá tener la siguiente forma:

- En una primera línea se encontrarán las cabeceras del documento, que son las que se pueden observar en la figura 4, separadas por punto y coma.
- Las siguientes líneas formaran el documento que hay que analizar. Cada fila será una muestra a tener en cuenta para la realización de cada una de las gráficas. Cada dato de la muestra debe estar separado por punto y coma.

Iden pc	Name	Cpu	Ram	Disk	Net	Last user access	Time stamp	Inactivity	OffLine
187	ERNESTO	13,93	10,4	86,68	67380,86	10/04/2013 18:40	10/04/2013 18:54	0:00:14:00	0:00:00:00

Figura 4: Cabeceras .csv

Una vez integrada dentro de la aplicación web, la página principal de esta aplicación es la siguiente:

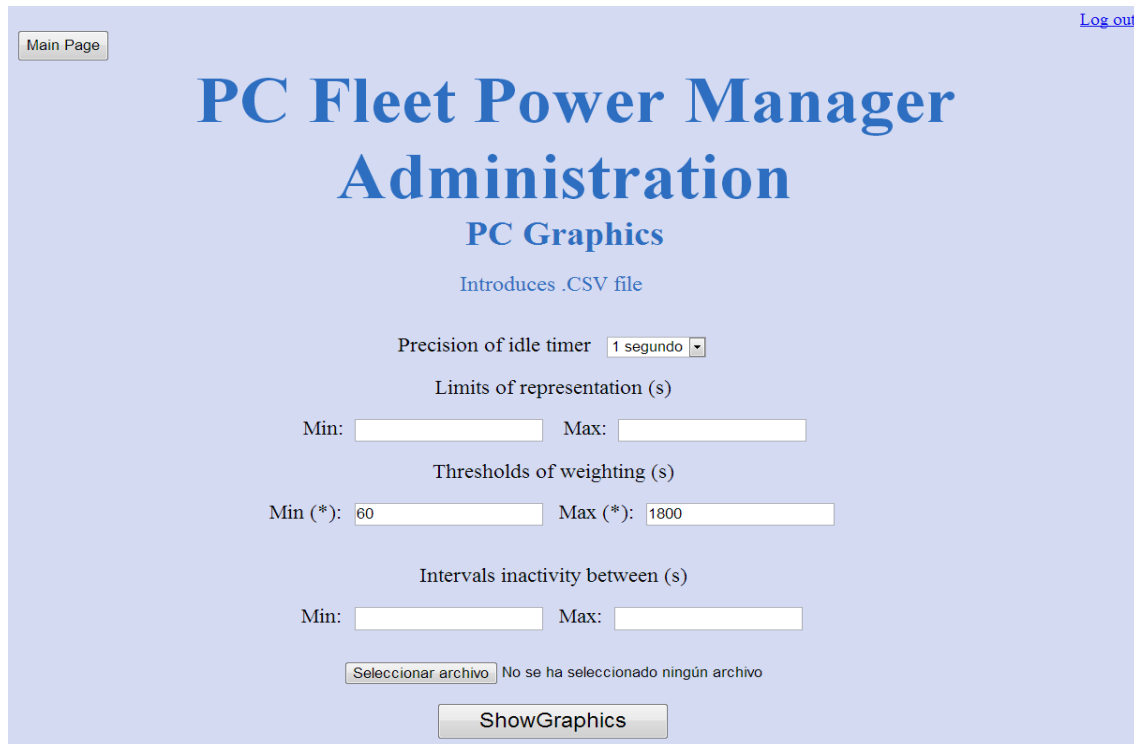


Figura 5: Pantalla Principal .CSV

En esta pantalla se observan los elementos cabeceros. Se comienza con un encabezado o título general de la web para posteriormente aparecer el subtítulo propio de la aplicación en la que nos encontramos.

A continuación se observan una serie de parámetros de configuración que conviene explicar detalladamente, ya que son la parte fundamental de la aplicación. Estos son:

Precisión of idle timer

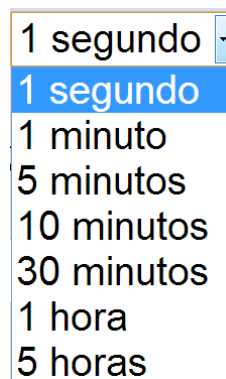


Figura 6: Opciones precisión idle timer

Como su propio nombre indica, en este parámetro obligatorio se otorgará la precisión deseada para el idle timer, esto es, el incremento del idle timer que se utilizará para calcular las métricas.

El valor por defecto para la precisión del idle timer es el más bajo de este parámetro y se corresponde a 1 segundo. La aplicación toma datos de todos los PCs que tiene registrados con una frecuencia de 1 segundo, por tanto, este valor se corresponde con el valor ideal de muestreo, ya que con este idle timer se dispone de todas las muestras recogidas en la base de datos para el análisis.

El problema de la elección de 1 segundo para el muestreo del análisis viene cuando se desea analizar un gran volumen de muestras. El idle timer variará entre todos los valores que componen el siguiente intervalo: [0, Máxima (inactividad)], la diferencia de escoger una u otra precisión es el incremento que se le da a los valores que se encuentran en el intervalo comentado. Esto es:

- Para 1 segundo: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad).
- Para 1 minuto: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 60.
- Para 10 minutos: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 600.
- Para 30 minutos: El número de valores para los que se calcularán las métricas será: Máximo (inactividad) / 1800.

Consecuentemente, si el máximo valor de inactividad encontrado es muy grande y la precisión elegida para el idle timer es de 1 segundo, es probable que el número de muestras a analizar sea tan grande que la aplicación dé la excepción de que no se ha podido realizar el cálculo por escasez de memoria. Por tanto será tarea del usuario de la aplicación el comprobar qué precisión desea en base al volumen de la muestra que desea estudiar.

Limits of idle timer (s)

Estos valores opcionales sirven para identificar el intervalo de representación para el idle timer que se haya determinado en el parámetro anterior.

Típicamente en una primera interacción con la aplicación este parámetro permanecerá vacío ya que el usuario pretenderá tener una visión general del análisis que se ofrece. Cuando realmente tiene utilidad estos valores es una vez se realiza la primera visión de las gráficas, es de gran importancia el poder reducir los intervalos de representación de cara a observar con una mayor precisión los intervalos que son realmente interesantes de cada una de las gráficas ofrecidas. Esto puede hacerse acotando el valor del idle

timer, que se corresponde con el eje de las X. Para ello el usuario simplemente deberá introducir la cota inferior, en el espacio Min, y la cota superior, en el espacio Max.

Thresholds of weighting (s)

Este parámetro de carácter obligatorio identifica los valores U_{min} y U_{max} de la función de ponderación $P(x)$ presentada anteriormente.

Sirve para que el usuario introduzca una cota mínima para la cual los valores por debajo de dicha cota signifiquen un 100% de molestia al usuario mientras que los valores introducidos por encima de la cota máxima, significarán un 0% de molestia al usuario. Se explica con más detalle en el apartado de este mismo documento correspondiente a la métrica con ponderación 2.

Intervals inactivity between (s)

El último parámetro opcional disponible sirve para acotar el tamaño de las inactividades que se desean tener en cuenta de cara al análisis gráfico a representar. Estos dos parámetros sirven para permitir al usuario la elección de la cota mínima y máxima referida a la longitud de los periodos de inactividad que desea representar. Los intervalos con duración inferior a la cota mínima o superior a la cota máxima no serían tenidos en cuenta en las métricas

6 Aplicación Web Lectura Base de datos

Esta aplicación será la encargada de permitir al usuario realizar un análisis, mediante la observación de las gráficas que se le mostrarán, a partir de una elección de las fechas del propio usuario. Se permitirá por tanto, un análisis diario, semanal o mensual, el usuario solamente deberá asignar una fecha de inicio en donde desea empezar el análisis y la fecha fin donde desea finalizarlo. Existirán dos grandes opciones para el análisis:

- Se podrá realizar un análisis personal e individualizado de cada uno de los PCs muestreados y registrados en la aplicación.
- Se podrá realizar un análisis global de todos los PCs muestreados. Esta opción es muy interesante para obtener una visión global en función de las métricas ofrecidas por la aplicación.

Una vez integrada dentro de la aplicación web, la página principal de esta aplicación es la siguiente:

Main Page

PC Fleet Power Manager Administration

PC Graphics

Select PC and date range for which you want to view data

All

mayo de 2013						
≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

mayo de 2013						
≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Precision of idle timer: 1 segundo

Limits of representation (s)

Min: Máx:

Thresholds of weighting (s)

Min (*): 60 Máx (*): 1800

Intervals inactivity between (s)

Min: Máx:

Show Graphics

Figura 7: Pantalla Principal BD

A continuación se desarrolla cada elemento que se puede observar en la pantalla principal presentada anteriormente:

Selección de la muestra

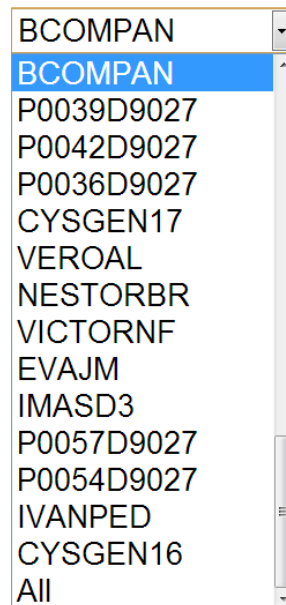


Figura 8: Elección de la muestra

En esta opción se la da al usuario la oportunidad de elegir que muestra desea, tendrá dos opciones:

- Elegir uno de los PCs en particular registrados en la aplicación.
- Elegir la opción All para realizar un estudio de carácter general en la organización.

Elección intervalo de estudio

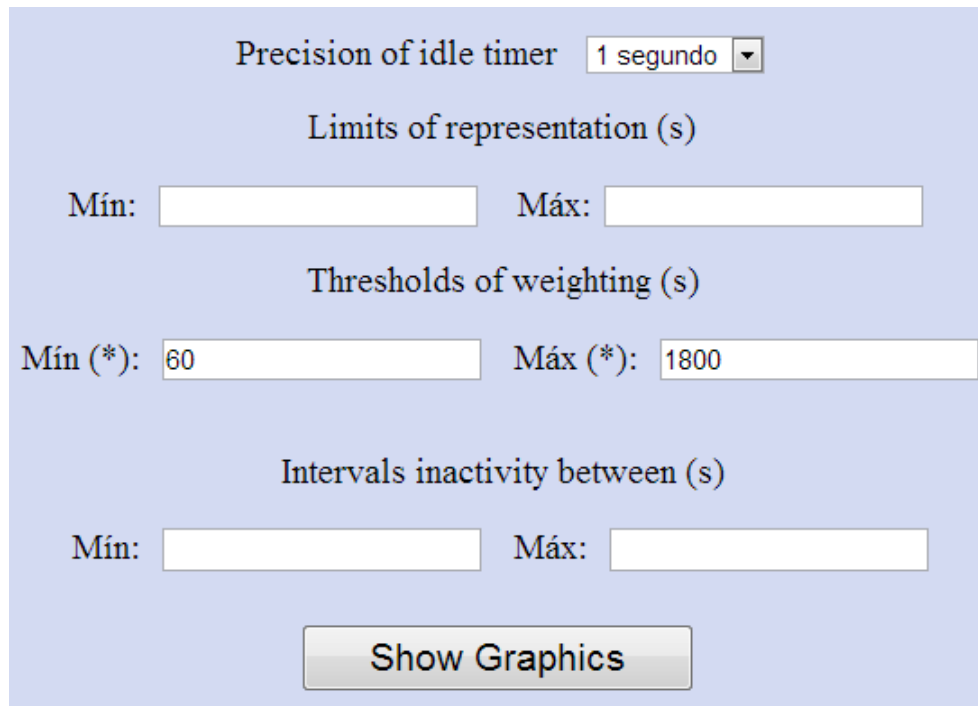
≤ mayo de 2013 ≥								≤ mayo de 2013 ≥							
lu	ma	mi	ju	vi	sá	do		lu	ma	mi	ju	vi	sá	do	
		1	2	3	4	5				1	2	3	4	5	
6	7	8	9	10	11	12		6	7	8	9	10	11	12	
13	14	15	16	17	18	19		13	14	15	16	17	18	19	
20	21	22	23	24	25	26		20	21	22	23	24	25	26	
27	28	29	30	31				27	28	29	30	31			

Figura 9: Intervalo de estudio

A través de este calendario se le permite al usuario seleccionar el rango de fechas que desea incluir en el estudio. Los detalles a considerar son los siguientes:

- Se puede elegir un rango de fechas incluyendo distintos meses.
- Solamente se permite la elección de días subrayados, que se corresponden con los días anteriores al actual.

Parámetros de configuración



Precision of idle timer

Limits of representation (s)

Mín: Máx:

Thresholds of weighting (s)

Mín (*): Máx (*):

Intervals inactivity between (s)

Mín: Máx:

Figura 10: Parámetros de configuración

Estos parámetros son iguales a los presentados en el apartado anterior para la aplicación basada web de lectura de ficheros.

7 Problemas

7.1 Problema de muestreo

Dentro de toda la aplicación, existe un problema a la hora de registrar las pulsaciones de teclado o los eventos de ratón por parte de un usuario.

El tiempo de muestreo que se ha decidido para la colección de muestras es de 1 minuto, ya que un intervalo menor ocasionaría bastante retardo debido a la gran cantidad de muestras que el servidor debería de procesar.

Este problema de muestreo viene dado porque solo es posible registrar la última pulsación de teclado por parte del usuario dentro intervalo de muestreo (1 minuto). Esto realmente puede ocasionar grandes pérdidas de información con respecto a la inactividad. Un ejemplo de este hecho es el siguiente:

- Se detecta la interacción del usuario en el segundo 1 perteneciente al intervalo 1. Hasta el segundo 58 no se detecta una nueva interacción.

En este ejemplo, la inactividad que ofrece nuestra aplicación es de 2 segundos ya que solo es capaz de guardar la última interacción del usuario y corresponde al segundo 58. Realmente la inactividad registrada para el intervalo 1 debería de ser 57 segundos.

Debido a este problema, se concluye que para realizar un análisis consistente de los periodos de inactividad de los computadores muestreados, solamente deberían tenerse en cuenta los periodos de inactividad superiores al período de muestreo, 60 segundos en este caso. De esta forma, se resolvería el problema comentado en este apartado y el análisis realizado sería totalmente consistente; de la otra forma los valores finales estarían sesgados, pudiendo llegar el caso de obtener un valor para el idle timer erróneo debido al error en las inactividades inferiores a 60 segundos.

7.2 Problemas de Rendimiento

Este problema se presenta cuando el usuario de la aplicación desea representar periodos de tiempo muy largos, o cuando en periodos cortos de tiempo alguno de los PCs muestreados registra una gran inactividad, como por ejemplo 2 días. En el caso de periodos muy dilatados en el tiempo, si coincidiese que no se detecta un gran periodo de inactividad, no existiría este problema.

Este problema surge por la gran cantidad de cálculo que conlleva el procesar un periodo de gran inactividad que implica que el idle timer tenga que tomar valores dentro del siguiente intervalo: [1-Maximo valor de inactividad]. En este caso, la cantidad de tiempo necesario para el cálculo lo hace impensable.

Como solución a este problema se ha decidido proporcionar el parámetro para establecer una cota superior de inactividad; siempre que este sea razonable, por ejemplo: 86400 segundos o lo que es lo mismo 1 día, no existiría ningún problema a pesar de que el rango de fechas sea muy amplio.

8 Resultados Gráficos 1ª Fase de Pruebas

En este apartado se muestran los resultados de una primera fase de pruebas que se llevó a cabo entre el 21 de marzo y el 23 de abril (acabando y empezando en el mismo día de la semana para tener tres semanas completas) sobre 43 PCs de Seresco. Se han realizado las siguientes acotaciones de inactividad:



Figura 11: Resultados Fase 1

Como se ve en la imagen se han incluido todos los PCs de la muestra en el estudio, además de incluir las siguientes limitaciones en cuanto a los periodos de inactividad se refiere:

- La primera de ellas ha sido introducir como cota inferior de inactividad 60 segundos. Esto se debe al problema de muestreo ya explicado en este mismo documento. De cara a realizar un análisis lo más realista posible se suprimen las inactividades inferiores a 60 segundos debido al error de muestreo que puede haber en valores inferiores al citado.
- La precisión del idle timer elegida es la máxima, es decir, 1 segundo.

- Se ha considerado un idle timer máximo para la representación de 1 día, es decir, 86400 segundos. Es un valor totalmente desmesurado para el idle timer, pero únicamente se ha establecido para formar una cota superior en los cálculos.

Por último los umbrales de ponderación para la métrica 3 se han dejado por defecto, es decir, los intervalos inferiores a 60 segundos de inactividad se consideran como fallo y los superiores a 1800 se consideran como un acierto, a la hora de aplicar la política de ahorro energético determinada en cada caso.

A continuación se presentan los resultados obtenidos bajo cada una de las premisas anteriormente mencionadas:

8.1 Gráficos No Acotados

Gráfica de Inactividades Acumuladas:

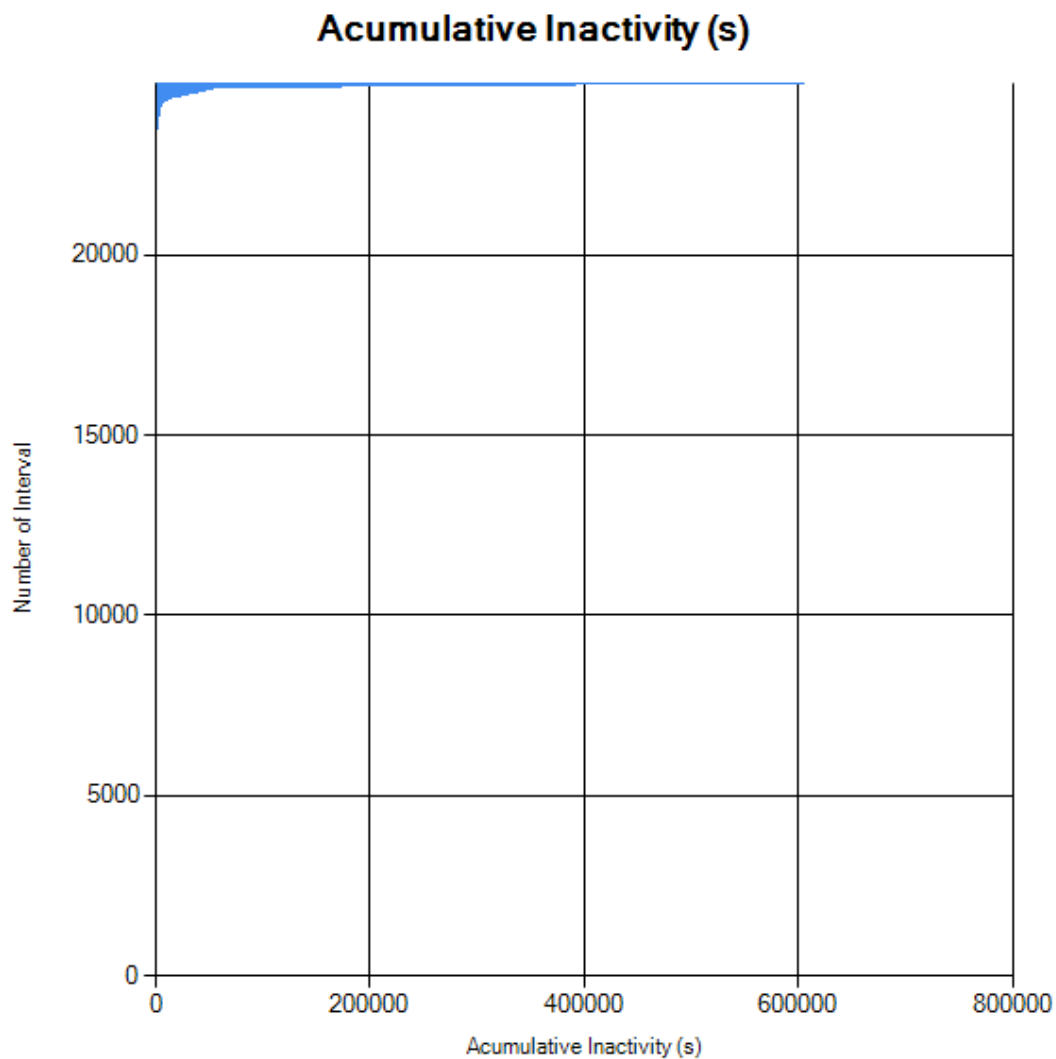


Figura 12: Inactividad Acumulada

Esta gráfica es la encargada de representar los periodos de inactividad registrados de forma acumulativa. Como puede apreciarse en la figura existen muchos periodos de inactividad cortos, incluso quitando los menores de 60 segundos como se ha hecho. Realmente solo llegan a verse los periodos de inactividad que son realmente prolongados en el tiempo. Estos intervalos, son los que realmente producirán ahorro con la utilización de esta herramienta.

Gráficas Resumen

Son las gráficas más interesantes ya que representan dentro de una misma figura los dos factores necesarios la hora de seleccionar un idle timer adecuado:

- Ahorro Energético
- Satisfacción del Usuario

Resumen Métrica 1: Sin ponderación

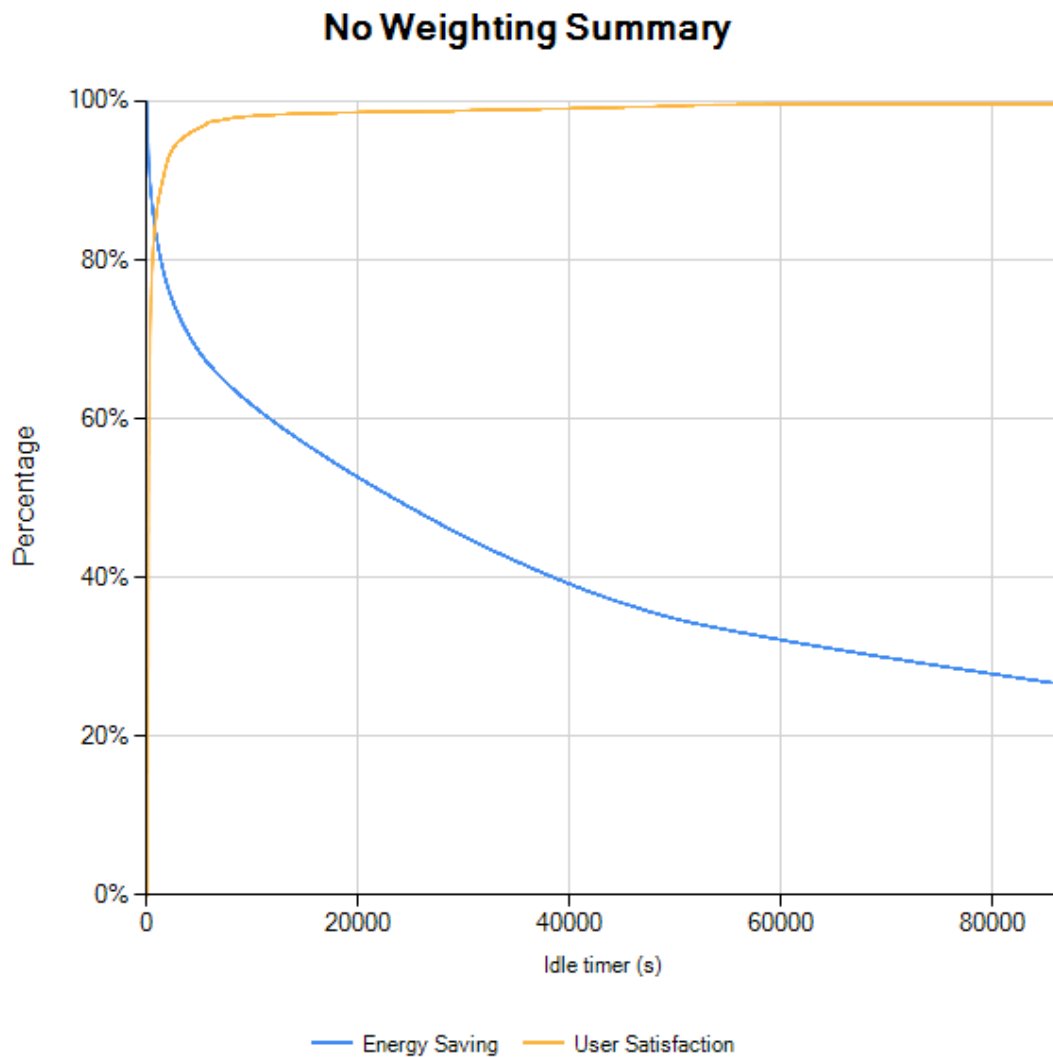


Figura 13: Resumen Métrica 1

Esta gráfica muestra el resumen final para la métrica sin ponderación. Si, como se comentaba anteriormente, se desea que la satisfacción del usuario sea máxima, tal como antes de instalar ésta aplicación, el valor del idle timer rondaría los 60 000 segundos, en cuyo caso el ahorro producido estaría en torno a 32%. Un valor adecuado para el idle timer considerando esta métrica estaría en torno a los 7000 segundos, lo que produciría una satisfacción en torno al 98% con un ahorro de costes asociadas que rondaría el 70%.

Resumen Métrica 2: Ponderación 1

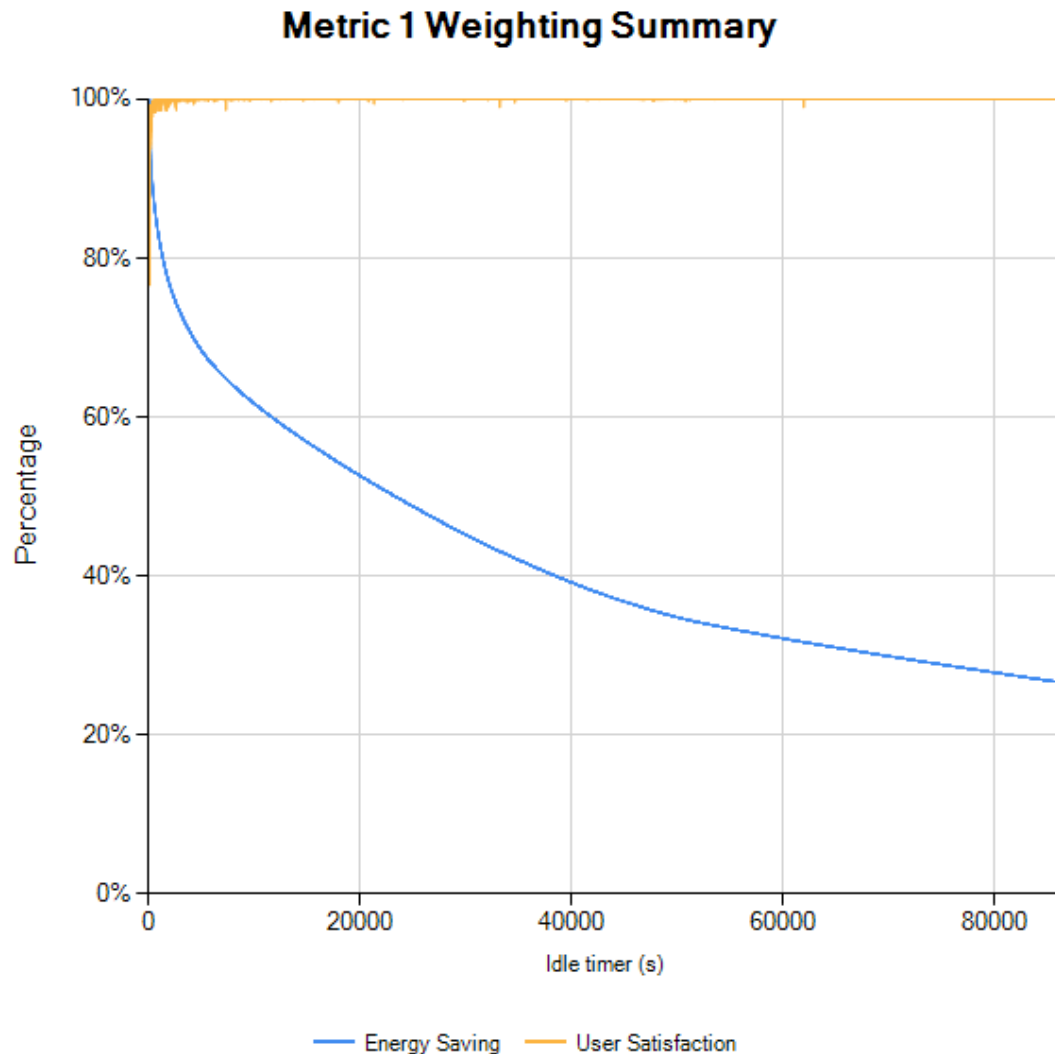


Figura 14: Resumen Métrica 2

Como puede apreciarse esta métrica no ofrece buenos datos una vez que se evita el problema de muestreo o lo que es lo mismo se eliminan los intervalos de inactividad inferiores a 60 segundos. Dicha gráfica solo mostraría resultados analizables si se desean tener en cuenta los intervalos de inactividades inferiores a 60 segundos.

Resumen Métrica 3: Ponderación 2

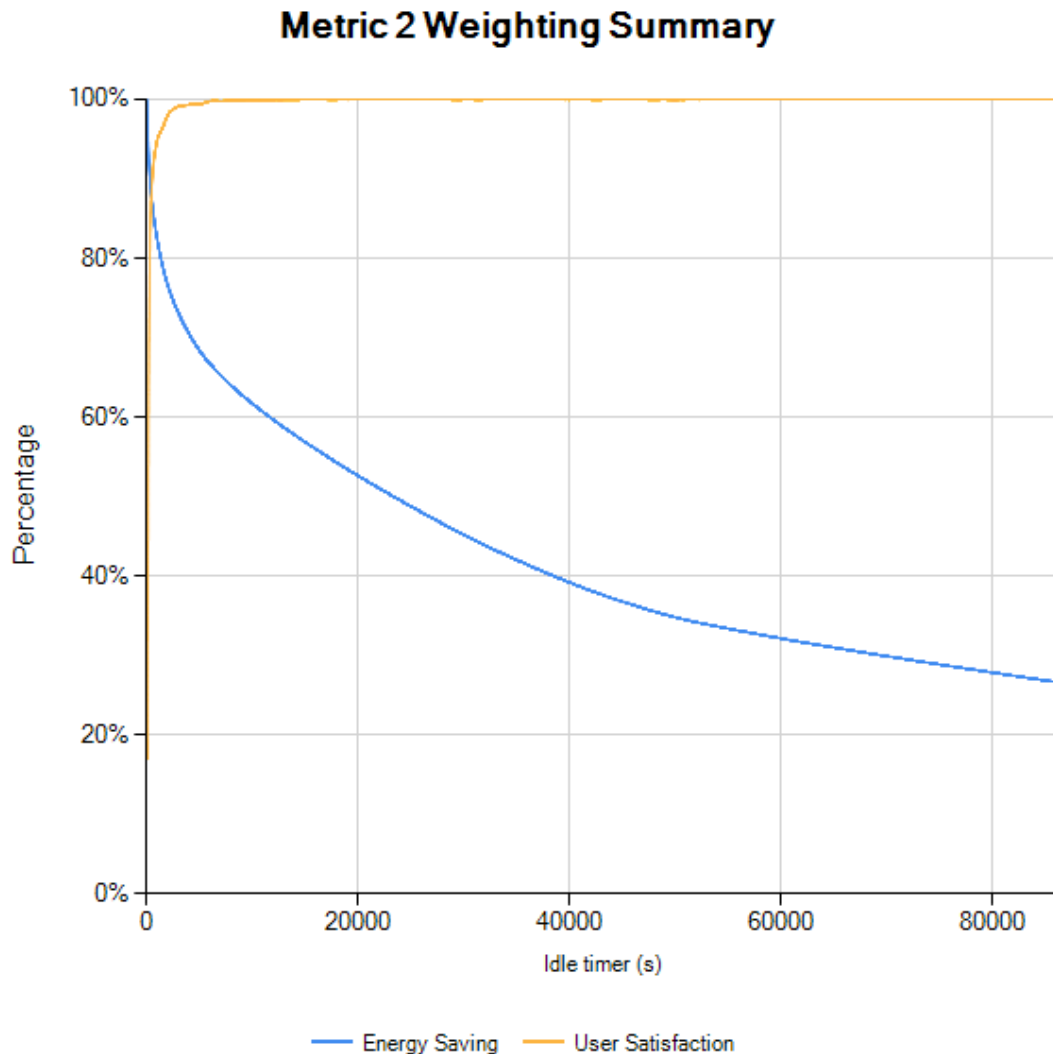


Figura 15: Resumen Métrica 3

Esta gráfica muestra el resumen final para la métrica 3, la más fiable de las tres estudiadas. Si, como se comentaba anteriormente, se desea que la satisfacción del usuario sea máxima, tal como antes de instalar esta aplicación, el valor del idle timer rondaría los 9000 segundos, en cuyo caso el ahorro producido estaría en torno a 65%. Un valor adecuado para el idle timer considerando esta métrica estaría en torno a los 1500 segundos, lo que produciría una satisfacción en torno al 98% con un ahorro de costes asociados que rondaría el 80%.

Gráfica de Resumen Total:

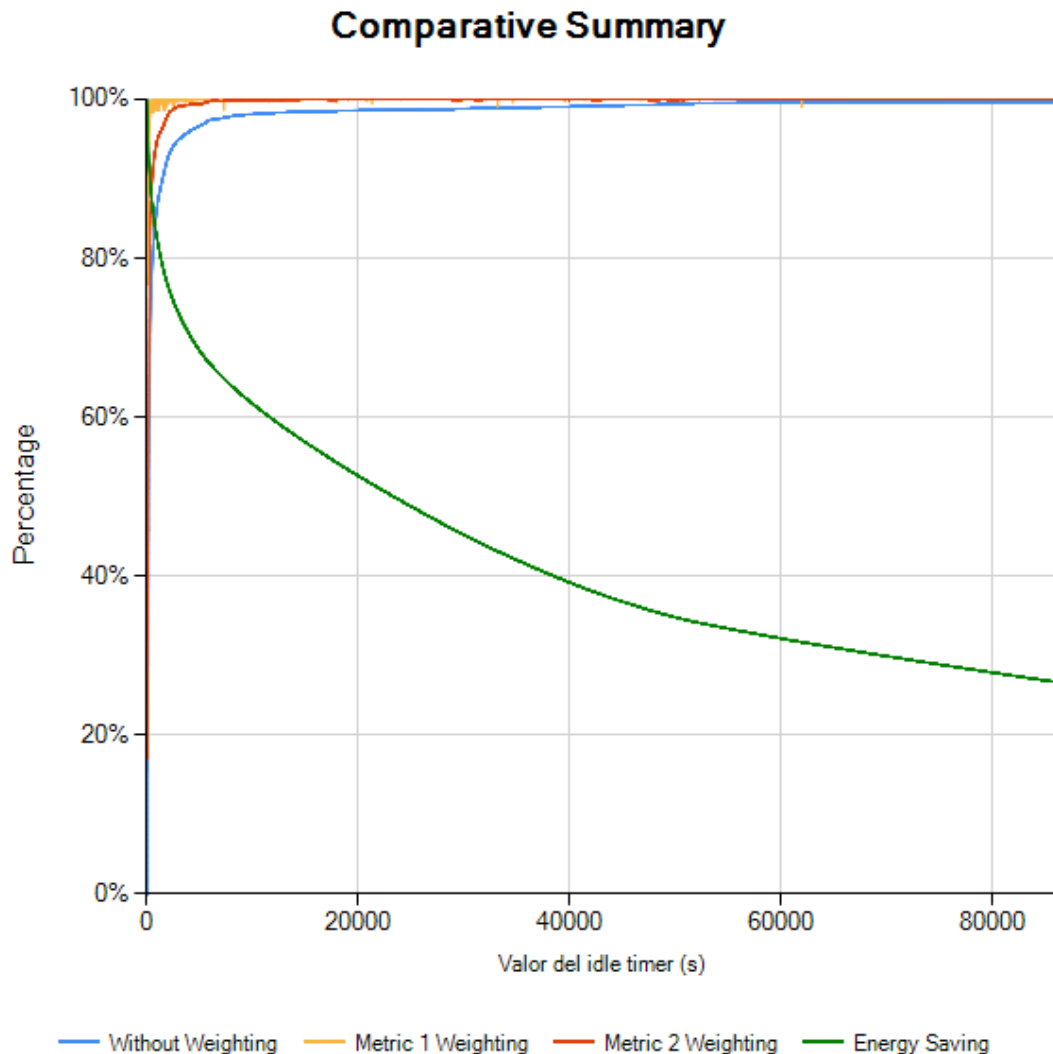


Figura 16: Comparativa resultados Métricas

La gráfica presentada probablemente sea la más interesante de todas las que se muestren ya que resume perfectamente la situación resultante de la primera fase de pruebas realizada. En ella se muestran dos tipos de curvas bien diferenciadas:

- Curva verde: Se corresponde con la curva donde se representa el ahorro energético.

Las siguientes curvas se corresponden con las métricas implementadas, que representan la satisfacción del usuario con referencia al idle timer seleccionado:

- Curva Azul: Se corresponde con la métrica sin ponderación, explicada en el documento (ver: 10). Como se puede observarse la métrica más pesimista de

todas las disponibles, este hecho es consecuencia de que en esta métrica se considera fallo cualquier tipo de inactividad.

- Curva Roja: Se corresponde con la métrica con ponderación número 3 (ver:12). Es la métrica que más fielmente representa la situación real de la satisfacción del usuario en consecuencia del idle timer seleccionado. Ofrece una visión media entre las otras dos métricas estudiadas.
- Curva Amarilla: Se corresponde con la métrica con ponderación número 2. Es la métrica más optimista de todas las estudiadas, debido a su factor de ponderación. Los saltos o picos que se observan en la métrica son por el problema explicado en el documento (ver:11) en referencia a esta métrica.

8.2 Gráficos Acotados

Las representaciones observadas y analizadas anteriormente en la mayoría de los casos carecen de suficientemente visibilidad en ciertos puntos de interés, lo que imposibilita un correcto análisis de la información producida por las gráficas presentadas. Para solucionar este problema existe la opción de limitar los límites de representación del idle timer. Para ello, se puede introducir una cota inferior y/o una cota superior. Esto servirá para realizar un zoom en la parte de los gráficos que más interese observar. En el caso que nos compete, se ha introducido como cota superior para el idle timer 2000 segundos así como una cota inferior igual a 60 segundos, ya que carecería de sentido calcular idle timers menores a 60 si no se consideran esos intervalos de inactividad, de tal forma que permita apreciar mucho mejor las gráficas resumen, que son las más interesantes. Como cota inferior de la inactividad se han introducido 60 segundos.

Main Page

PC Fleet Power Manager Administration

PC Graphics

Select PC and date range for which you want to view data

All

marzo de 2013							abril de 2013									
≤	lu	ma	mi	ju	vi	sa	do	≥	lu	ma	mi	ju	vi	sa	do	≥
	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	
	11	12	13	14	15	16	17		8	9	10	11	12	13	14	
	18	19	20	21	22	23	24		15	16	17	18	19	20	21	
	25	26	27	28	29	30	31		22	23	24	25	26	27	28	
									29	30						

Precision of idle timer: 1 segundo

Limits of representation (s)

Min: 60 Máx: 2000

Thresholds of weighting (s)

Min (*): 60 Máx (*): 1800

Intervals inactivity between (s)

Min: 60 Máx:

Show Graphics

Figura 17: Límites de Representación

Gráficas Resumen

Resumen Métrica 1: Sin ponderación

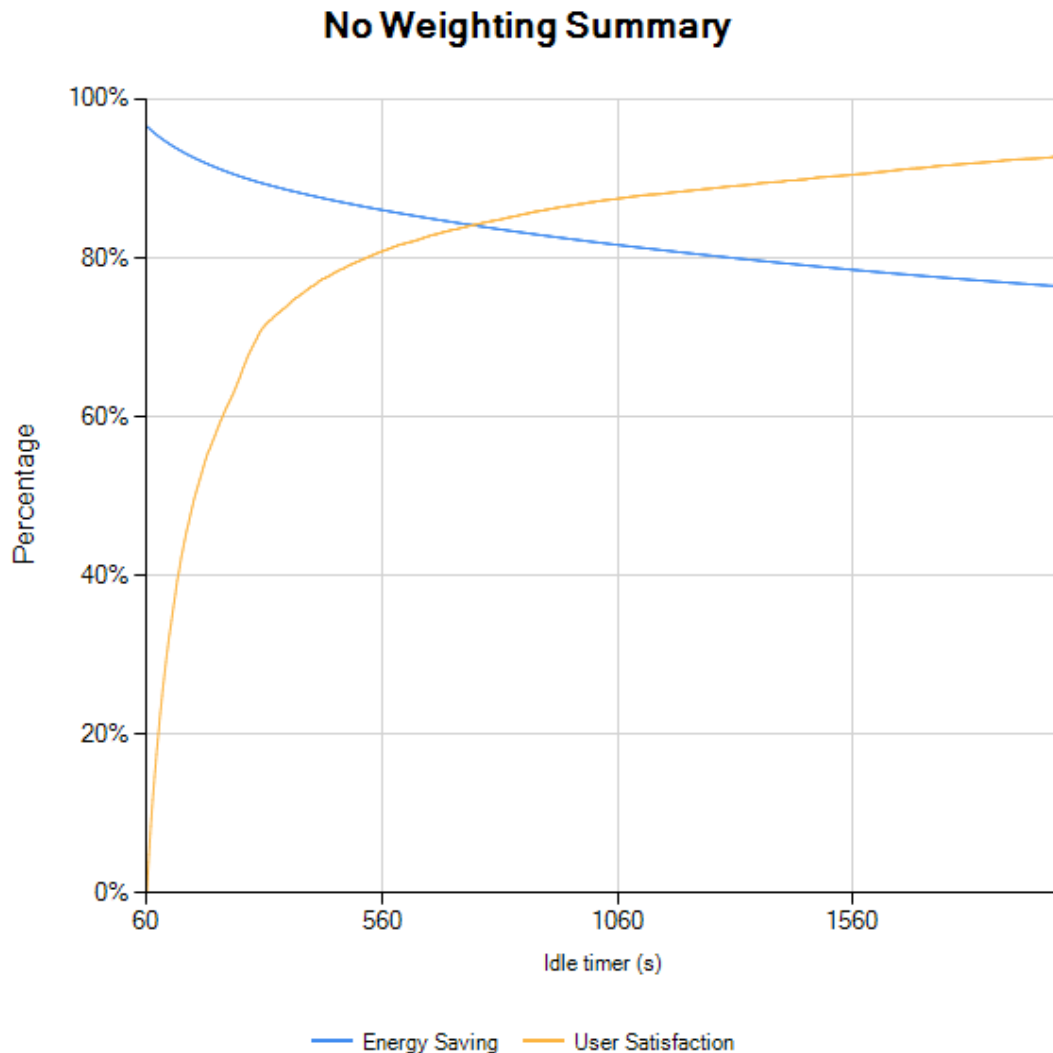


Figura 18: Resumen Métrica 1

Esta gráfica muestra el resumen final para la métrica sin ponderación con la limitación de valores para el idle timer comentada anteriormente. Gracias a la limitación introducida, se puede realizar un análisis del punto de corte de ambas curvas representadas, que puede llegar a ser un buen valor para el idle timer. En este caso, el punto de corte para esta métrica sitúa el valor del idle timer estaría rondando los 700 segundos lo que produciría un ahorro rondando el 85% con una satisfacción en torno también al 85%.

A pesar de que este valor es una buena medida teórica, un 15% de insatisfacción en los usuarios quizás sea un valor inasumible. Otra forma para establecer un buen valor para

el idle sin que produzca tanta molestia al usuario es ver dónde se estabiliza la curva de satisfacción. Para este caso, estaría en torno a los 2000 segundos lo que produciría un ahorro en torno al 78%, con una satisfacción rondando el 95%

La diferencia en cuanto a ahorro solamente se reduce un 7% dando un 10% más de satisfacción. La decisión final de la elección del valor para el idle timer la deberá tomar la persona encargada y será el quién deba decidir cuál de los aspectos prima mas.

Resumen Métrica 2: Ponderación 1

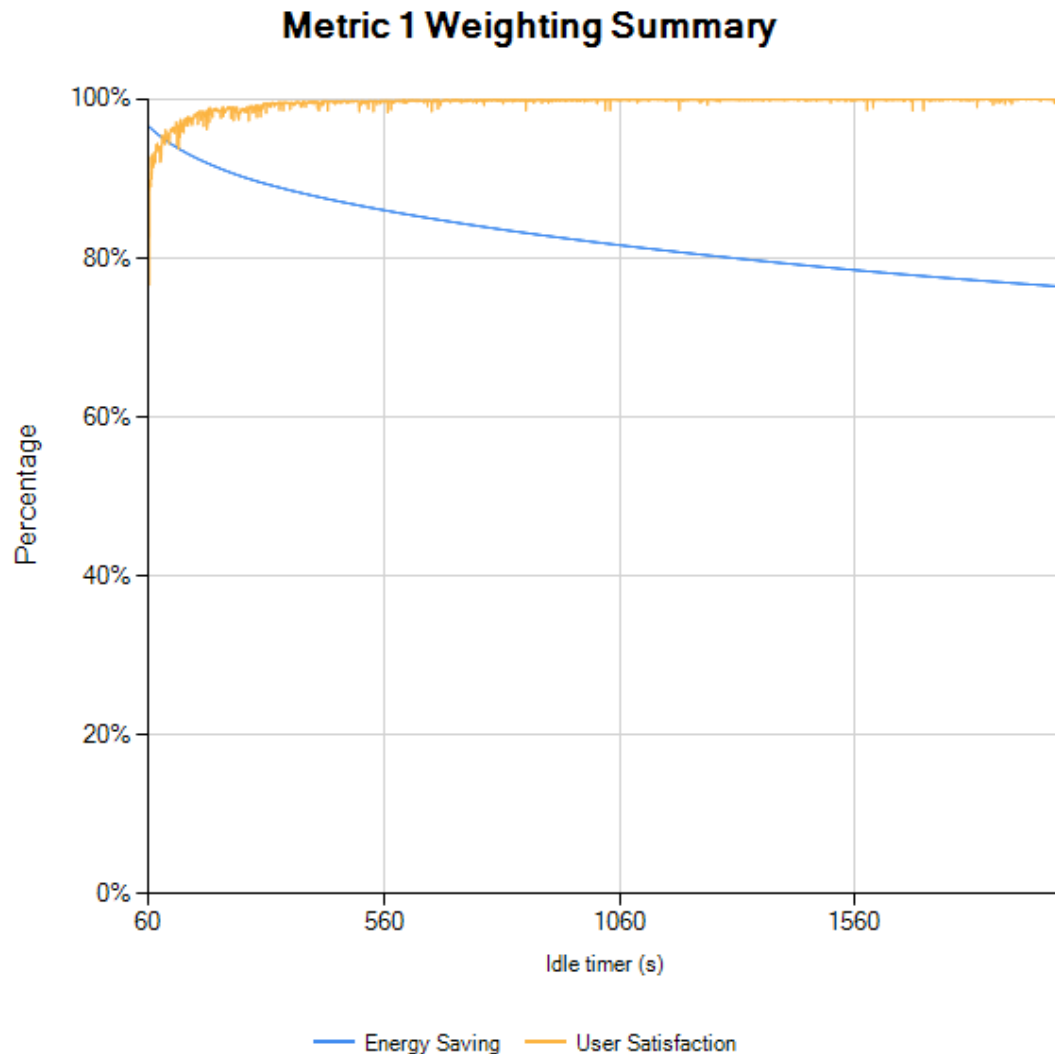


Figura 19: Resumen Métrica 2

En este caso, el punto de corte para esta métrica sitúa el valor del idle timer estaría rondando los: 80 segundos (valor muy cercano al valor final calculado por el algoritmo de aprendizaje automático desarrollado) lo que produciría un ahorro rondando el 96% y una satisfacción también cercana al 96%.

Resumen Métrica 3: Ponderación 2

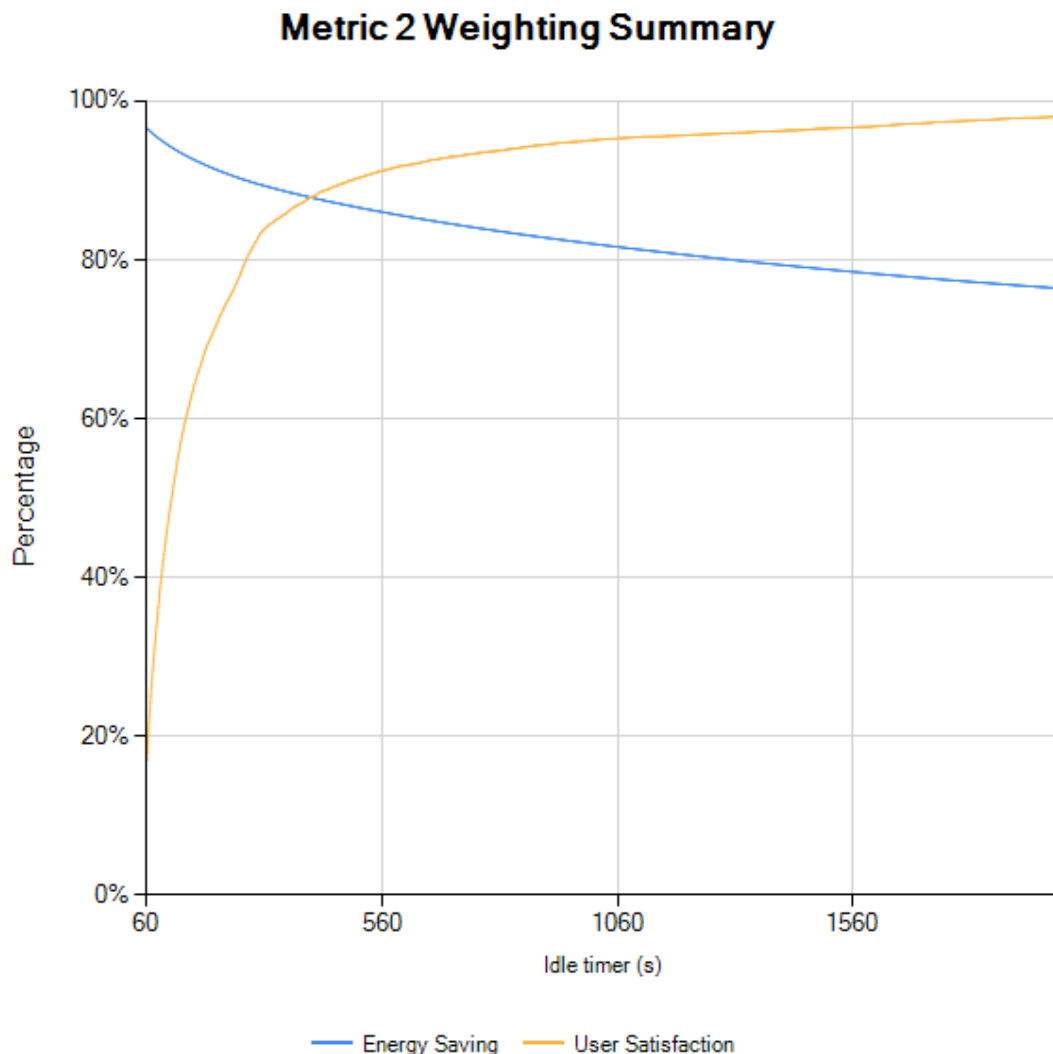


Figura 20: Resumen Métrica 3

Esta gráfica muestra el resumen final para la métrica sin ponderación con la limitación de valores para el idle timer comentada anteriormente. Gracias a la limitación introducida, se puede realizar un análisis del punto de corte de ambas curvas representadas, que puede llegar a ser un buen valor para el idle timer. En este caso, el punto de corte para esta métrica sitúa el valor del idle timer estaría rondando los 480 segundos lo que produciría un ahorro rondando el 86% y una satisfacción también cercana al 86%.

A pesar de que este valor es una buena medida teórica, un 14% de insatisfacción en los usuarios quizás sea un valor inasumible. Otra forma para establecer un buen valor para el idle sin que produzca tanta molestia al usuario es ver dónde se estabiliza la curva de

satisfacción. Para este caso, estaría en torno a los 1560 segundos lo que produciría un ahorro en torno al 79%, con una satisfacción rondando el 97%

La diferencia en cuanto a ahorro solamente se reduce un 7% dando un 11% más de satisfacción. La decisión final de la elección del valor para el idle timer la deberá tomar la persona encargada y será el quién deba decidir cuál de los aspectos prima mas.

8.3 Conclusión

Gráfica de Resumen Total:

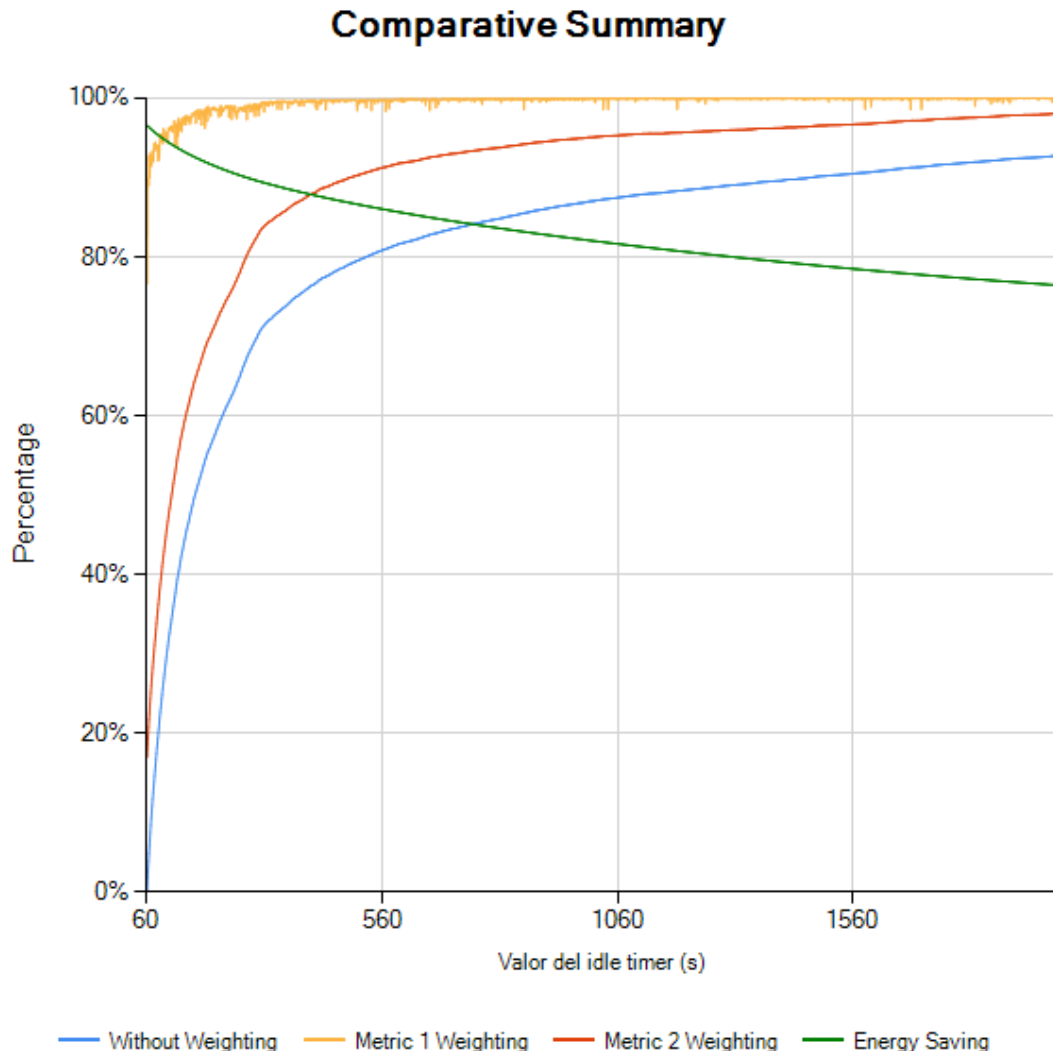


Figura 21: Comparativa resultados Métricas y Ahorro

Finalmente esta gráfica resumen, donde se unen las 3 métricas estudiadas, no hace más que reflejar la valoración que cada una de ellas otorga a los intervalos de inactividad producidos.

La métrica 1 (azul) es la más pesimista de todas, al considerar de igual forma inactividades de 1 segundo que las de 10000 segundos.

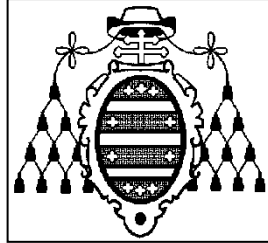
La métrica 2 (amarilla) es la más positiva de todas. No tiene sentido cuando no se eliminan las inactividades por debajo de 60 segundos, como es el caso estudiado.

La métrica 3 (roja) es la que más fielmente representa la satisfacción de los usuarios, ya que otorga un peso a través de los factores de ponderación escogidos por los usuarios, permitiendo clasificar cada una de las inactividades registradas.

Tabla Comparativa de Resultados

	Métrica Sin Ponderación	Métrica Ponderación 1	Métrica Ponderación 2
Punto de Corte (s)	80	400	750
Ahorro (€)	97%	88%	84%
Satisfacción Usuarios (€)	97%	88%	84%

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Análisis del tiempo de inactividad para la
gestión energética de flotas de PCs**

DOCUMENTO N° VI

Análisis de costes de la inactividad

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos

Índice

1	Introducción.....	4
2	Fases de Pruebas.....	5
2.1	Fase 1: Registro de coste energético actual	5
2.2	Fase 2: Política de Suspensión.....	5
2.2.1	Previsión.....	5
2.2.2	Realidad.....	6
2.2.2.1	Problemas	6
2.2.2.2	Soluciones.....	7
3	Análisis	9
4	Resultados.....	11
4.1	Resultados con idle timer seleccionado	11
4.2	Resultados Maximizando Ahorro	13
4.3	Resultados Maximizando Satisfacción de Usuario.....	15
5	Conclusiones.....	17

Lista de figuras

FIGURA 1: PANTALLA PRINCIPAL10
FIGURA 2: COSTES IDLE TIMER 10 MIN12
FIGURA 3: COSTE TOTAL MUESTRAS12
FIGURA 4: AHORRO TOTAL MUESTRAS13
FIGURA 5: AHORRO POR PC13
FIGURA 6: COSTES IDLE TIMER 5 MIN14
FIGURA 7: COSTES IDLE TIMER 1600 S.....15

1 Introducción

Esta parte del trabajo fin de máster viene a resumir de una manera cuantitativa todo el trabajo previo de análisis de las dos anteriores aplicaciones mediante una aplicación que permite analizar los costes asociados a los consumos de los PCs. Una vez que el administrador de TI encargado de gestionar la flota de PCs ha analizado el valor óptimo del idle timer para su propia empresa y ha aplicado su propia política de ahorro energético, esta aplicación será de gran utilidad para analizar todos los datos de inactividad producidos y cuantificar en costes el ahorro producido con la política de ahorro energético establecida. Como método de comparación se mostrará también los costes que serían directamente imputables si no se hubiese desarrollada ninguna política ahorrativa.

2 Fases de Pruebas

Una fase fundamental para permitir realizar el análisis de costes fue la recogida de datos de los clientes. Esto se hizo utilizando el software ya construido anteriormente que permite monitorizar los estados de todos los PCs clientes que tengan instalada la aplicación.

Persiguiendo uno de los objetivos de este trabajo fin de máster, especificar los costes que se ahorrarán con la implantación de esta herramienta de ahorro energético en base al idle timer escogido, se han desarrollado dos grandes campañas de medida donde el objetivo de cada una de ellas y el software necesario en cada una de las fases ha sido distinto. Estas fases se estudian en los apartados siguientes.

2.1 Fase 1: Registro de coste energético actual

Esta fase se ejecuta dentro del siguiente periodo: 21-Marzo al 25-Abril.

El objetivo de esta campaña de medidas es registrar los períodos de inactividad de una muestra de PCs. Dicha muestra está formada por un total de 43 PCs, donde se ha instalado el software PC Fleet Power Management como un servicio de Windows. Estos PCs están enviando información sobre su actividad continuamente y el servidor es el encargado de tratarlos, procesarlos y almacenarlos.

Esta primera fase servirá como punto de partida de la situación actual de la organización, ya que no se aplica ningún tipo de política de ahorro energético porque solamente se procede a registrar todos los intervalos de inactividad detectados, sin tomar ningún tipo de medida una vez superados ciertos umbrales de inactividad. La información obtenida en esta fase se utilizará para observar el gasto total de energía realizada, y el gasto innecesario de energía. Servirá asimismo como medida comparativa para la segunda fase de pruebas.

2.2 Fase 2: Política de Suspensión

2.2.1 Previsión

Esta segunda fase de pruebas está comprendida en el siguiente intervalo de fechas:

- Desde el 9 de mayo hasta el 30 de Mayo.

Cuando se realizó el diseño de las pruebas se vieron necesarias estas tres semanas mencionadas para esta segunda fase. El plan consistía en la siguiente planificación:

- La semana del 9 al 16 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 10 minutos.
- La semana del 16 al 23 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 5 minutos.
- La semana del 23 al 30 de mayo se utilizaría la siguiente política: Suspensión del PC una vez que se detecta una inactividad superior a los 2 minutos.

Los datos de los minutos establecidos para cada una de las fases de prueba fueron extraídos tras realizar un exhaustivo análisis, utilizando para ello la aplicación creada a tal efecto. Las gráficas mostradas en esta aplicación, para el conjunto de datos de la primera fase, determinó que un idle timer inferior a los 2 minutos tendría un ahorro en costes insignificante mientras que la molestia al usuario sería demasiado abusiva.

2.2.2 Realidad

La previsión de la segunda fase pruebas fue realizada sin tener constancia todavía de los costes asociados a los idle timer seleccionados. Una vez que se construyó la aplicación que genera los costes asociados a un intervalo de fechas, se procedió al cálculo de costes totales de la primera fase de pruebas. En este estudio, se llegó a la conclusión de que bajar el valor del idle timer para la segunda y tercera semana de esta segunda fase carecía de sentido. El director de I+D+i de Seresco, una vez estudiados los datos de costes producidos en la primera fase de pruebas, tomó la decisión de que, debido al poco ahorro producido con la bajada del idle timer, se mantuviera el idle timer para la segunda y tercera semana de esta segunda fase.

2.2.2.1 Problemas

Esta segunda fase, una vez los costes de la suspensión han podido ser estudiados con los datos provenientes de la primera fase, ha servido principalmente para observar y registrar los problemas que se tienen al intentar poner en marcha una aplicación de este tipo en un entorno real de trabajo.

Partiendo de la base que al usuario final cualquier tipo de estorbo, como puede ser la suspensión de su PC tras 10 minutos de inactividad registrada, es una molestia para él, los principales problemas encontrados en la puesta en marcha de la nueva aplicación han sido los siguientes:

- Problemas a la hora de la suspensión de los PCs a través del propio sistema operativo. Muchos de los PCs muestreados para la instalación bien no permiten la suspensión o se recuperan mal de la misma. Esto es un hecho insalvable para la actuación de la política energética determinada.

- Muchos de los usuarios a los que se les pudo instalar correctamente la aplicación protestaron tras poco tiempo de actuación de la misma. Las protestas estaban basadas en que una vez que despertaban a su PC del estado de suspensión, se perdían en él todas las conexiones de red previamente abiertas. Este aspecto no se había tenido en cuenta en los análisis realizados anteriormente cuando se tomó la decisión de la política de suspensión. Este problema surge de la necesidad de los trabajadores de Seresco de trabajar con máquinas virtuales y conexiones a servidores remotos como método de trabajo; una vez que el sistema operativo ordena la suspensión, en cualquier versión de Windows anterior a Windows 8 (para esta nueva versión del sistema operativo se ha introducido un nuevo servicio que mantiene abiertas todas las conexiones de red cuando el PC retorna del estado de suspensión), se pierden todas las conexiones de red abiertas, ocasionando una gran molestia al usuario final, que se ve obligado a reiniciar todas las conexiones que tuviese abiertas en el momento de la suspensión, pudiéndose dar el caso de pérdida de datos o información si no se guarda el progreso antes de la suspensión.
- Por último, a todos los trabajadores se les advirtió de que si aceptaban la instalación de este nuevo software no podrían conectarse de forma remota al PC, ya que el PC se suspendería tras un período de inactividad. Esta condición fue la causa de que muchos de los PCs muestreados para la primera fase de pruebas fueran rechazados al trabajar sus usuarios diariamente de forma remota. Otros trabajadores, a pesar de conectarse de forma esporádica de forma remota, no aceptaron la instalación, por si acaso alguno de los días se veían en la necesidad de conectarse de forma remota a su PC. Este problema se resolvería con la opción de un arranque del PC Wake on LAN.

2.2.2.2 Soluciones

Las soluciones planteadas para los anteriores problemas planteados son las siguientes:

- En vez de suspender a partir de los 10 minutos de inactividad, en cualquier momento en el que se produzca dicha inactividad, apagar el equipo a partir de las 19:00. De esta manera se solucionarían los problemas asociados a las conexiones de red dentro del horario laboral y los problemas de conexión fuera del horario de trabajo, aunque habría que habilitar en la consola de administración un perfil para los clientes, de manera que pudieran encender sus equipos remotamente. Además es necesario que las BIOS de los equipos estén actualizadas y configuradas para poder hacer el “Wake On LAN”.
- Seguir suspendiendo los equipos a los diez minutos de inactividad en cualquier momento, pero poner un temporizador de Windows que despierte al equipo a las 19:00, haciendo que a partir de esa hora cuando se produzca una inactividad se apague el equipo. Esto solucionaría solamente el problema de la conexión fuera del horario laboral, mientras que los inconvenientes de la gente que trabaja en red con máquinas

virtuales, así como el problema de la gente que necesita hacer teletrabajo en horario laboral, seguirían existiendo.

- Encontrar la manera de que el equipo pueda despertarse remotamente de un estado suspendido. Esto solucionaría todos los problemas, salvo el de la gente que trabaja con máquinas virtuales por red. Incluso podría pensarse el hacer ciertas políticas de manera que en el horario laboral se suspendan los equipos, y fuera de él se apaguen. Destacar, de nuevo, la necesidad de incorporar un perfil para el cliente en la consola de administración, de manera que los clientes pudieran encender sus equipos remotamente.
- Además de implementar la tercera solución, encontrar la manera de que el equipo deje la red activa cuando se suspenda. De esta manera si se conseguiría solucionar todos los problemas existentes.

3 Análisis

Se ha desarrollado un módulo que viene a resumir de una manera cuantitativa todo el trabajo previo de análisis de los dos módulos anteriores (análisis gráfico y construcción de prototipo). Una vez que el administrador de TI encargado de gestionar la aplicación ha analizado el valor óptimo del idle timer para su propia empresa y ha aplicado su propia política de ahorro energético, este módulo será de gran utilidad para analizar todos los datos de inactividad producidos y cuantificar en costes el ahorro producido con la política de ahorro energético establecida. Como método de comparación se mostrará también los costes que serían directamente imputables si no se hubiese desarrollado ninguna política ahorrativa.

Para un cierto intervalo de fechas determinado por el usuario, se mostrará un gráfico que calcula y muestra los siguientes costes:

- Costes totales energéticos: Se estudian los eventos de encendido y apagado de cada uno de los PC registrados durante el intervalo de fechas seleccionado, de manera que se vaya acumulando el coste producido por cada PC en el intervalo de fechas escogido por el usuario.
- Costes Suspend: Son los costes que se producirían en la primera fase de pruebas si se hubiera aplicado la política de ahorro determinada; esta será siempre de suspensión de PCs y el idle timer será fijado por los usuarios en el espacio correspondiente.
- Coste Idle: Es el menor coste energético que se podría producir. Muestra el coste total de la primera fase de pruebas si se hubiese aplicado una política energética de suspensión de cada PC una vez detectado un periodo de inactividad de 1 minuto, que se corresponde con el menor idle timer posible recomendado, debido al problema de muestreo explicado con detalle en documentos anteriores.

La pantalla principal del módulo es la siguiente:

Main Page

PC Fleet Power Manager Administration

PC Graphics

Select PC and date range for which you want to view data

All

marzo de 2013							abril de 2013						
≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥	≤	lu	ma	mi	ju	vi	≥
					1	2	3						
	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	4	5	6
	11	12	13	14	15	16	17	8	9	10	11	12	13
	18	19	20	21	22	23	24	15	16	17	18	19	20
	25	26	27	28	29	30	31	22	23	24	25	26	27
								29	30				28

Select idle timer (s)

Show Graphics Cost

Figura 1: Pantalla principal

Como se puede observar en la anterior figura, la interfaz gráfica de este nuevo módulo es bastante más simple que la de los anteriores. El usuario solamente deberá de determinar los siguientes aspectos:

- Un rango de fechas a través del calendario mostrado
- Seleccionar el PC para el cual quiere determinar los costes. También podrá elegir la opción “All” que servirá para realizar un análisis de costes global.
- Seleccionar el idle timer determinado

También puede verse que el rango de fechas seleccionado para este estudio es el intervalo comprendido entre:

- 21 de Marzo hasta el 25 de Abril

Este intervalo se corresponde con el periodo de fechas donde se han recogido los datos para la primera fase de pruebas.

4 Resultados

Este es el estudio que viene a resumir toda la primera fase de pruebas. Servirá para cuantificar el ahorro total que se produce aplicando la política de ahorro energético determinada en cada caso. Para este caso en particular, se ha realizado un estudio de costes para el total de la primera fase de pruebas estudiadas; se recuerda que en esta primera fase no se contemplaba ninguna política de ahorro energético porque este estudio presenta datos reales sobre lo que se podría llegar a ahorrar en una empresa con la instalación de esta aplicación.

4.1 Resultados con idle timer seleccionado

En estos primeros resultados se analizará qué ocurre si se ha seleccionado un idle timer igual a 600 segundos (10 minutos), es decir, el tiempo utilizado en la política de ahorro energético usada en la segunda fase de pruebas. Este estudio fue realizado bajo las siguientes características:

- Para un total de 43 PCs, 38 de sobremesa y 5 portátiles.
- Para un periodo de un mes
- Con un precio del KW/h igual a 0,14 euros. Esta medida fue dada gracias a un estudio de consumo eléctrico asociados a los PCs realizado en Seresco, el cual tuvo una duración de un año. El consumo para un PC de sobremesa es de 0,08 KW/h y para un portátil es de 0,04 KW/h.
- Un idle timer igual a 10 minutos

El resultado final obtenido para la primera fase de pruebas en el entorno real de la organización de Seresco, periodo que sirvió para registrar los datos de inactividad sin la aplicación de ninguna política energética, fue el siguiente:

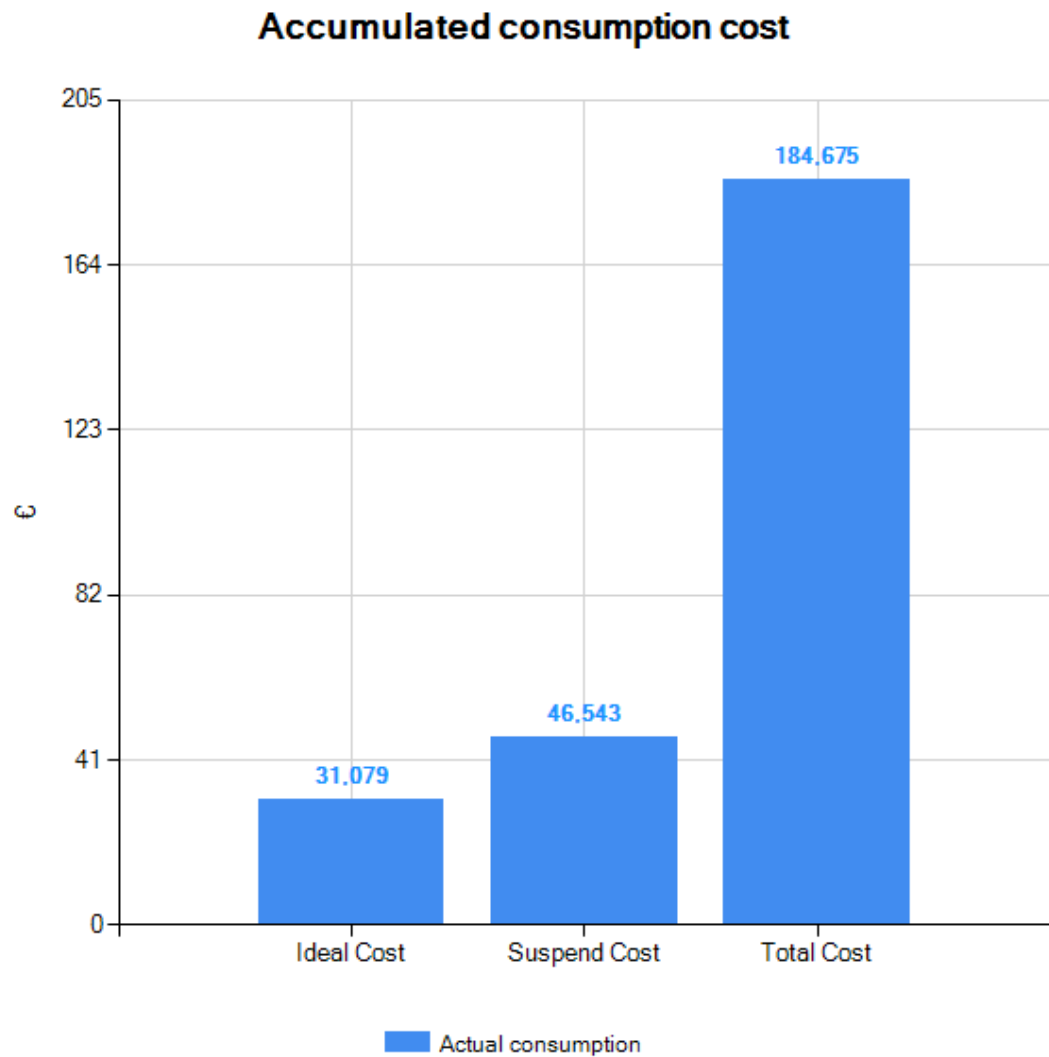


Figura 2: Costes Idle timer 10 min

Los resúmenes de costes que se pueden extraer del anterior análisis son:

Coste del total de muestras (43)	Idle (€)	Suspend (€)	Actual (€)
Mes	31,079	46,543	184,6755
Año	372,948	558,5162	2216,120

Figura 3: Coste total muestras

Por tanto, el ahorro conseguido bajo las dos políticas de ahorro energético determinadas es:

Ahorro del total de muestras (43)	Suspend (€)	Idle (€)	% Ahorro Suspend	% Ahorro Idle
Mes	138,132	153.596	74,8%	83,17%
Año	1657,584	1843.152		

Figura 4: Ahorro total muestras

Cabe recordar que estos resultados son para un total de 43 PCs muestreados. Si se realiza una media para calcular el ahorro de PC por mes y año saldrían los siguientes resultados:

Ahorro por PC	Suspend (€)	Idle (€)
Mes	3.23	3.58
Año	38.8	42.98

Figura 5: Ahorro por PC

4.2 Resultados Maximizando Ahorro

En este caso se selecciona una política de suspensión de PCs tras 5 minutos, es decir, el idle timer será igual a 300 segundos. El resto de parámetros son exactamente iguales al caso anterior. Los 300 segundos sería el máximo ahorro razonable al que se puede optar, observando la gráfica resumen del análisis que puede verse en el documento 5: Análisis gráfico.

Los costes determinados con esta política son los que se representan en la siguiente gráfica:

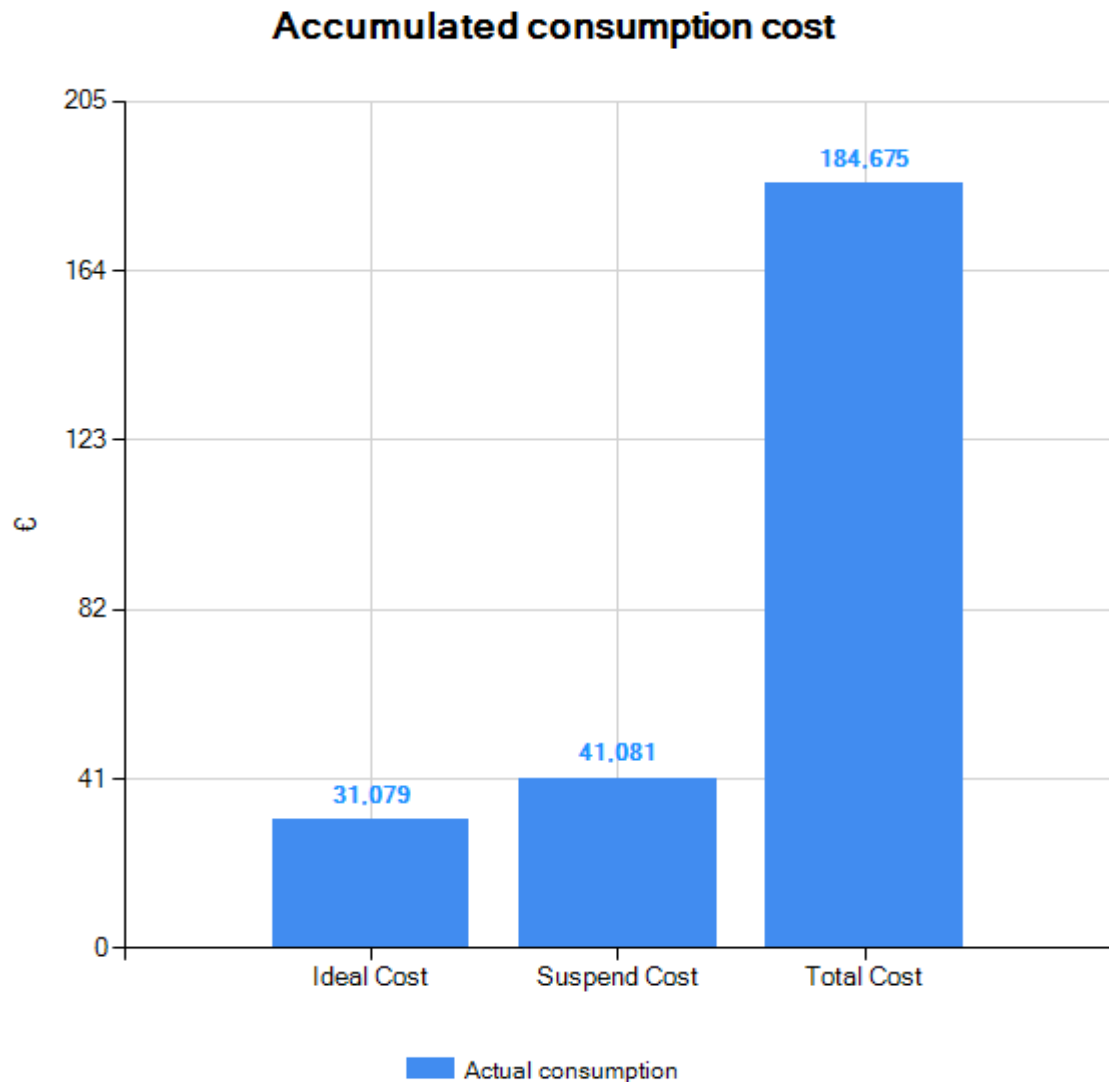


Figura 6: Costes Idle timer 5 min

Como se puede observar en comparación con los resultados obtenidos para un idle timer de 10 minutos, parece que no son muy significativos en cuanto a costes, ya que la diferencia es de solamente 5,462 euros para un total de 43 PCs, lo que hace pensar que lo más razonable sería optar por la vía de maximizar la satisfacción de los usuarios. Este hecho se puede observar en el siguiente epígrafe.

Sin embargo, si se realizan los cálculos anuales de ahorro por PC con este idle timer el ahorro asciende a 1,52 euros, lo que en una gran empresa podría suponer un ahorro a tener en cuenta.

4.3 Resultados Maximizando Satisfacción de Usuario

En este caso se selecciona una política de suspensión de PCs con un idle timer igual a 1600 segundos (26 minutos). El resto de parámetros son exactamente iguales. 1600 segundos sería la máxima satisfacción de usuarios razonable a la que se puede optar, observando la gráfica resumen del análisis que puede verse en el documento 5: Análisis gráfico.

Los costes determinados con esta política son los que se representan en la siguiente gráfica:

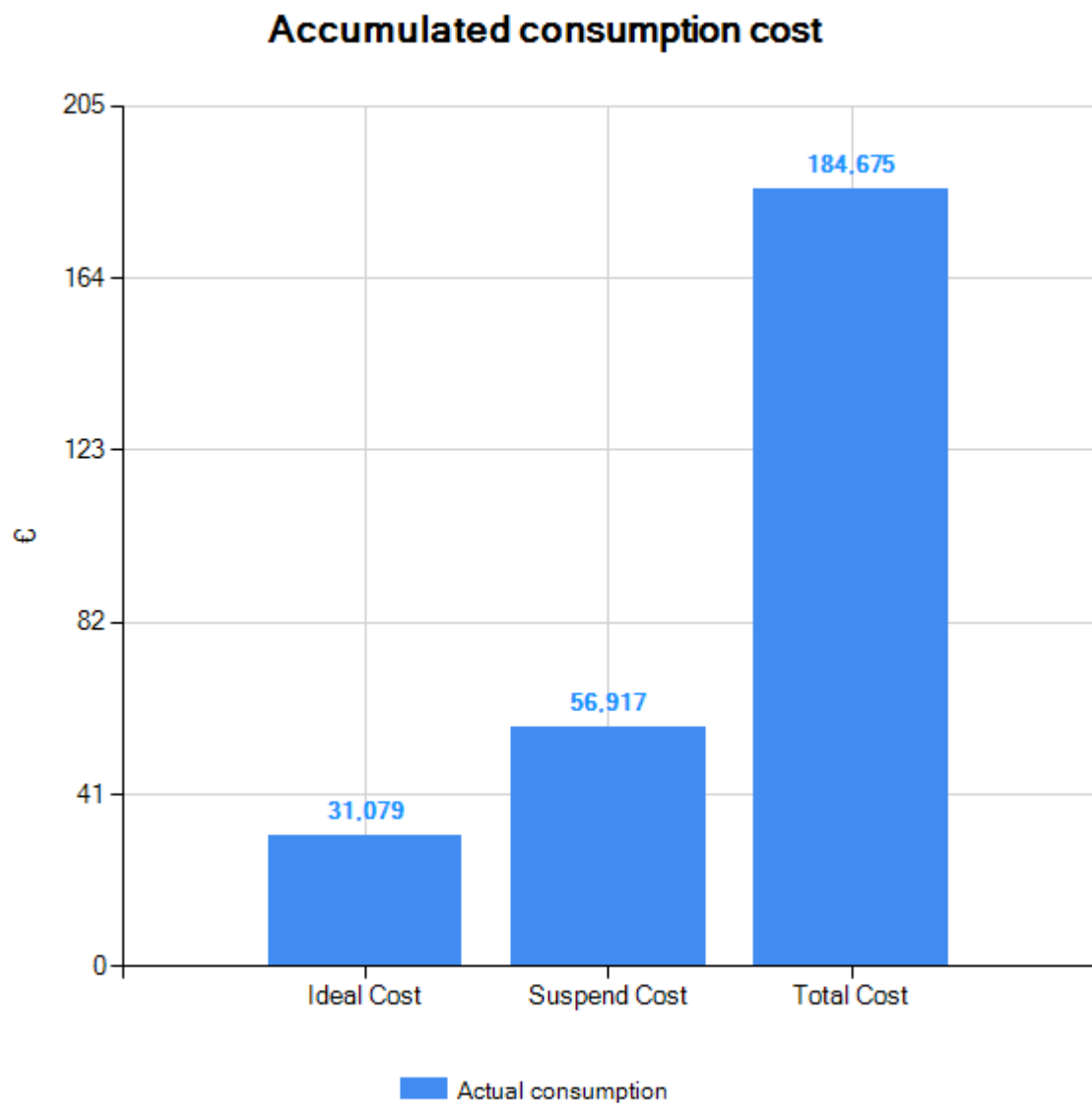


Figura 7: Costes Idle timer 1600 s

En este caso el ahorro se ve decrementando en 10,374 euros, lo que realizando un cálculo anual y por PC significaría una pérdida de ahorro de 2,9 euros por PC, lo que nuevamente puede ser un coste a tener muy en cuenta si el número de PCs es elevado.

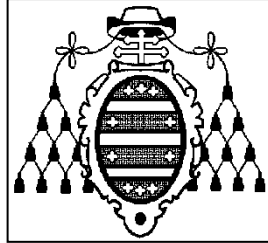
5 Conclusiones

La conclusión final que se puede extraer de todo este análisis se refleja en la tabla de ahorro por PC que se ha calculado (ver: **Error! Reference source not found.**). En esta tabla se demuestra que el ahorro asociado a un PC suspendiéndolo a los 10 minutos asciende a los 38.8 euros anuales. En un principio esta cantidad puede parecer poco significativa, pero si observamos el número de PCs instalados en una pequeña empresa como es Seresco, vemos que este número es de aproximadamente 400 PCs, por lo que el ahorro total anual que se obtendría con la utilización de esta herramienta ascendería a los 15 520 euros, lo cual empieza a ser una cantidad importante.

Cabe destacar que este cálculo está hecho con la política ahorro energético de suspensión de los PCs tras la detección de 10 minutos de inactividad. Si quisiéramos maximizar aún más el ahorro todavía se podría ser más agresivos con el valor seleccionado para el idle timer, pudiendo este bajar hasta los 5 minutos sin ocasionar una satisfacción por parte de los usuarios demasiado baja.

Por último decir que esta aplicación no es solo muy satisfactoria para el uso interno sino que se denotan altas capacidades de venta donde el ahorro obtenido de grandes empresas se verá multiplicado.

UNIVERSIDAD DE OVIEDO



ESCUELA POLITÉCNICA DE INGENIERÍA DE GIJÓN

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Análisis del tiempo de inactividad para la gestión energética de flotas de PCs

DOCUMENTO N° VII

BIBLIOGRAFÍA

Marcos Rodríguez González

Mayo 2013

DIRECTORES: Joaquín Entrialgo Castaño

Antonio Campos López

Bibliografía

- [1] M. Bray, “Review of Computer Energy Consumption and Potential Savings”, Dragon Systems Software Limited (DssW), December 2006. <http://www.dssw.co.uk>.
- [2] Kaoru Kawamoto, Yoshiyuki Shimoda, Minoru Mizunob, “Energy saving potential of office equipment power management”, Elsevier Journal of Energy and Buildings 36 (2004) 915–923.
- [3] Paul Zagacki and Vidoot Pondala, “Power Improvements on 2008 Desktop Platforms”, Intel Technology Journal, Volume 12, Issue 03, November 2008.
- [4] Selecting a PC Power Management Solution Vendor – Weighing many options in a crowded market, OVUM, Industry Solutions Guide, Reference Code OI00139-020, Publication Date: December 2011, Ascierito, R.
- [5] PC and Server Power Management Software: Business Drivers, Market Issues, Technology Issues, Competitive Landscape, and Market Forecasts, Brochure and Executive Summary, Pike Research Report, Published 1Q 2011
- [6] 1E <http://www.1e.com/>
- [7] Verdiem <http://www.verdiem.com/>
- [8] Verismic <http://www.verismic.com/>
- [9] AVOB <http://www.avob.com/>
- [10] Faronics <http://www.faronics.com/>
- [11] ACPI <http://www.acpi.info/>
- [12] Genéticos <http://www.plg.inf.uc3m.es/~aa/transpas05-06/resumen.pdf>
- [13] Genéticos
http://161.116.36.206/~publicacions/research_reports/TIM_GRIAL_REPORT3.pdf
- [14] .NET <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa302340.aspx>